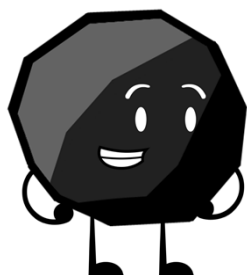


Conoscenza del suolo per una fertilizzazione sostenibile

Analisi e monitoraggio a supporto degli interventi
agro-climatico-ambientali dello Sviluppo Rurale

venerdì 25 ottobre 2018 – San Michele all'Adige (TN)

Analisi di matrici organiche e ammendanti il biochar



Massimo Valagussa, dottore agronomo

Minoprio Analisi e Certificazioni S.r.l.

Vertemate con Minoprio (CO)

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

TERMINOLOGIA

Fonte: A. Pozzi, 2011



Definizione di carbone vegetale:

combustibile prodotto dalla carbonizzazione di materiale organico vegetale attraverso processo di combustione in carenza/assenza di ossigeno (pirolisi)

Definizione di biochar:

carbone vegetale prodotto specificatamente per l'utilizzo agronomico e ambientale attraverso l'applicazione al suolo: deve possedere definite proprietà

TERRA PRETA E BIOCHAR

Oxisols
< 2% sostanza organica



Terra Preta
14% sostanza organica



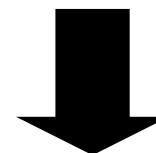
Civiltà indigene pre-colombiane tra 2400 - 600 anni fa

TERRA PRETA E BIOCHAR



*WG Sombroek, 1966
Amazzons dark soil*

*L. Lehmann, 2007
Articolo su Nature*



Vol 447|10 May 2007

nature

COMMENTARY

A handful of carbon

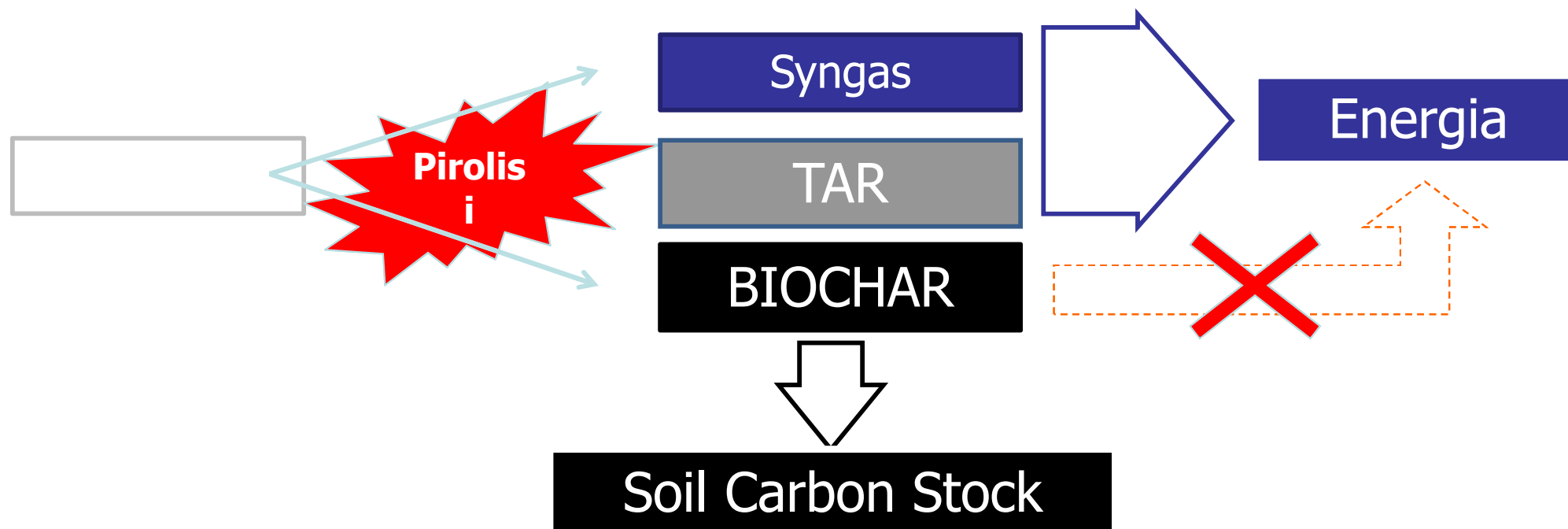
Locking carbon up in soil makes more sense than storing it in plants and trees that eventually decompose, argues **Johannes Lehmann**. Can this idea work on a large scale?



J. LEHMANN

IL PROCESSO DELLA PIROLISI

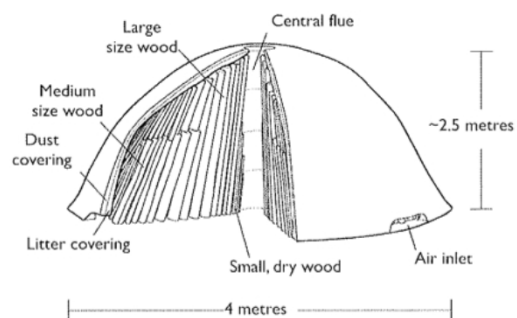
Fonte: L. Genesio, CNR-Ibimet/ICHAR, 2016



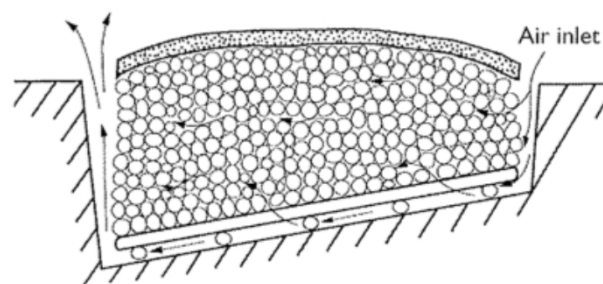
Modifica del ciclo del carbonio!!!

PIROLISI E PIROGASSIFICAZIONE

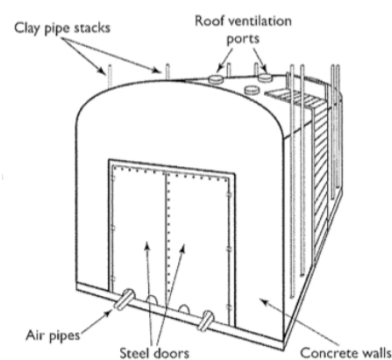
Fonte: A. Pozzi, 2011



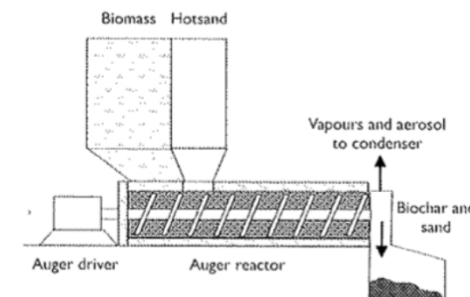
carbonaia tradizionale



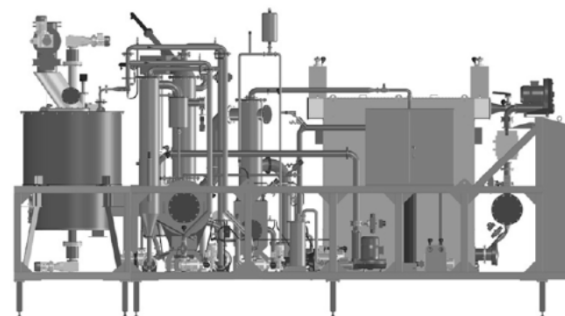
carbonaia a fossa



fornace "Missouri"



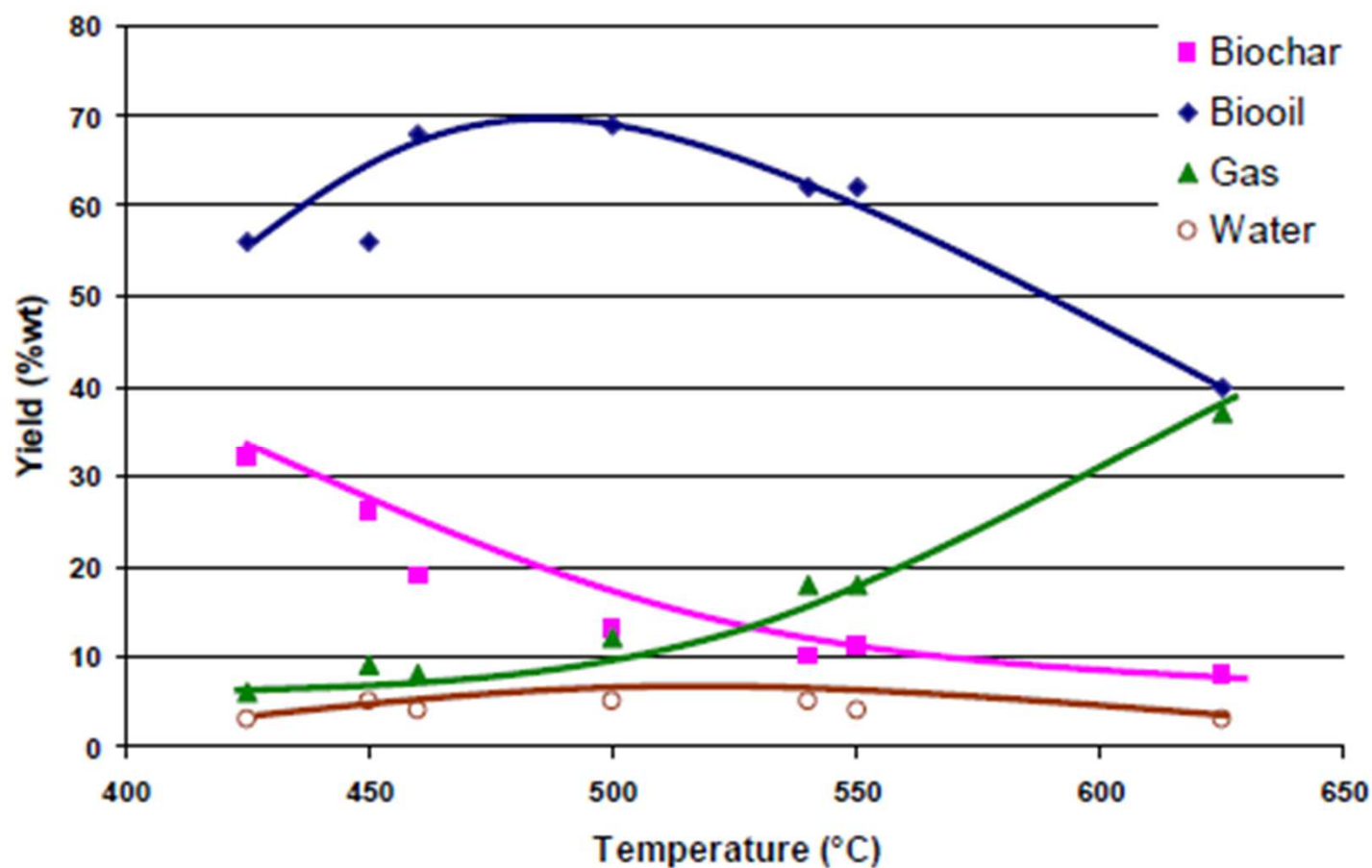
pirolizzatore a vite



gassificatore down-draft

TEMPERATURA E PRODOTTI DELLA PIROLISI

Fonte: IEA, 2007

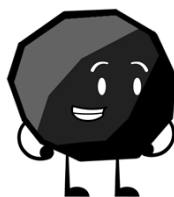


Potenziali benefici del sistema biochar



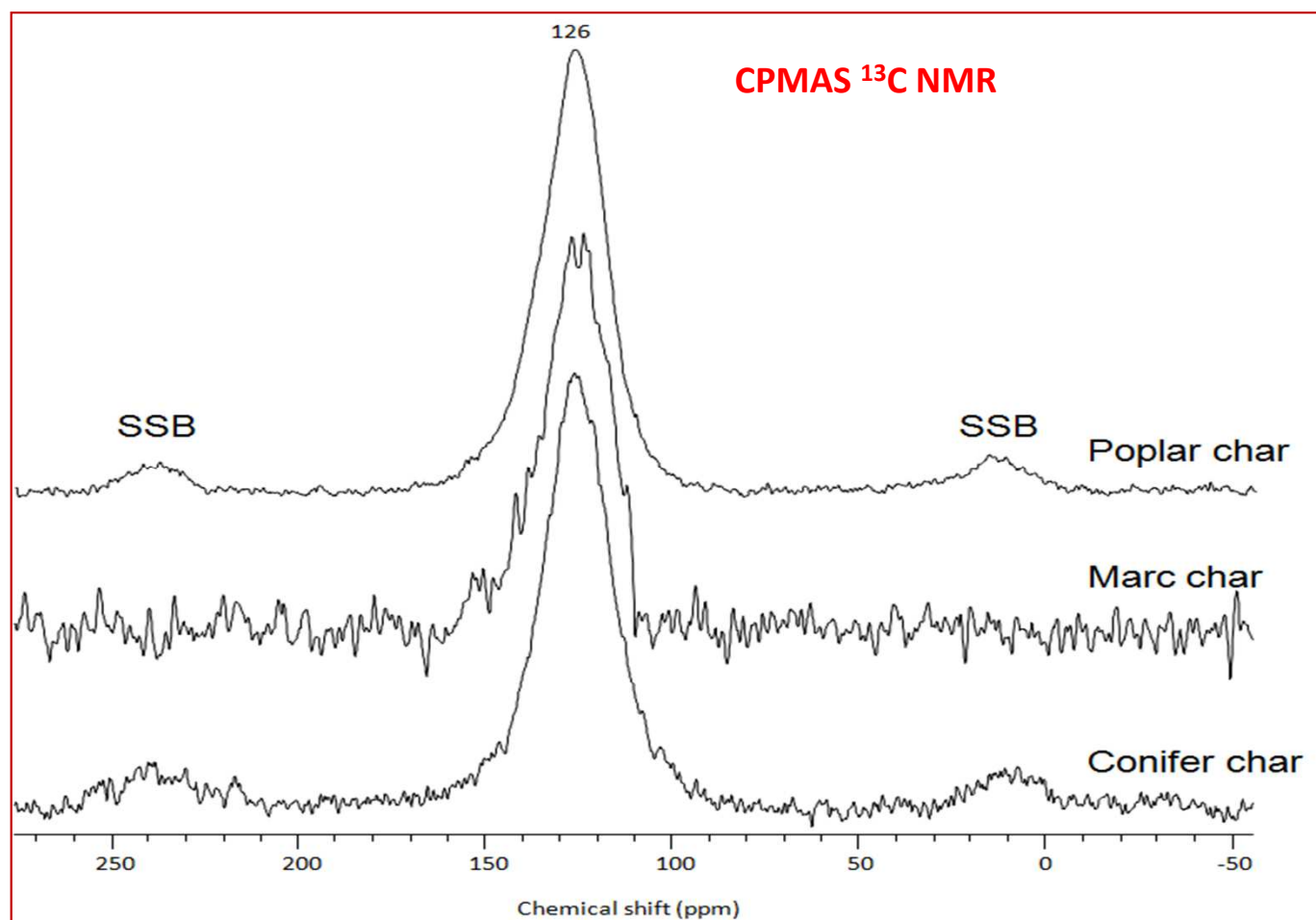
LA MATRICE BIOCHAR

*Composto "organico" eterogeneo,
costituito essenzialmente da carbonio (fino a oltre il 90%),
del quale una quota chimicamente più labile
(in genere non superiore al 10% e facilmente degradabile)
e un'altra composta di anelli aromatici recalcitranti
(resistenti alla decomposizione biologica),
che rendono tale prodotto stabile nel tempo
(da centinaia a migliaia di anni).
Sono presenti inoltre acqua, sostanze volatili, ceneri e
minerali (principalmente potassio, calcio, magnesio,
fosforo, zolfo, silicio).*



LA MATRICE BIOCHAR: ANALISI NMR

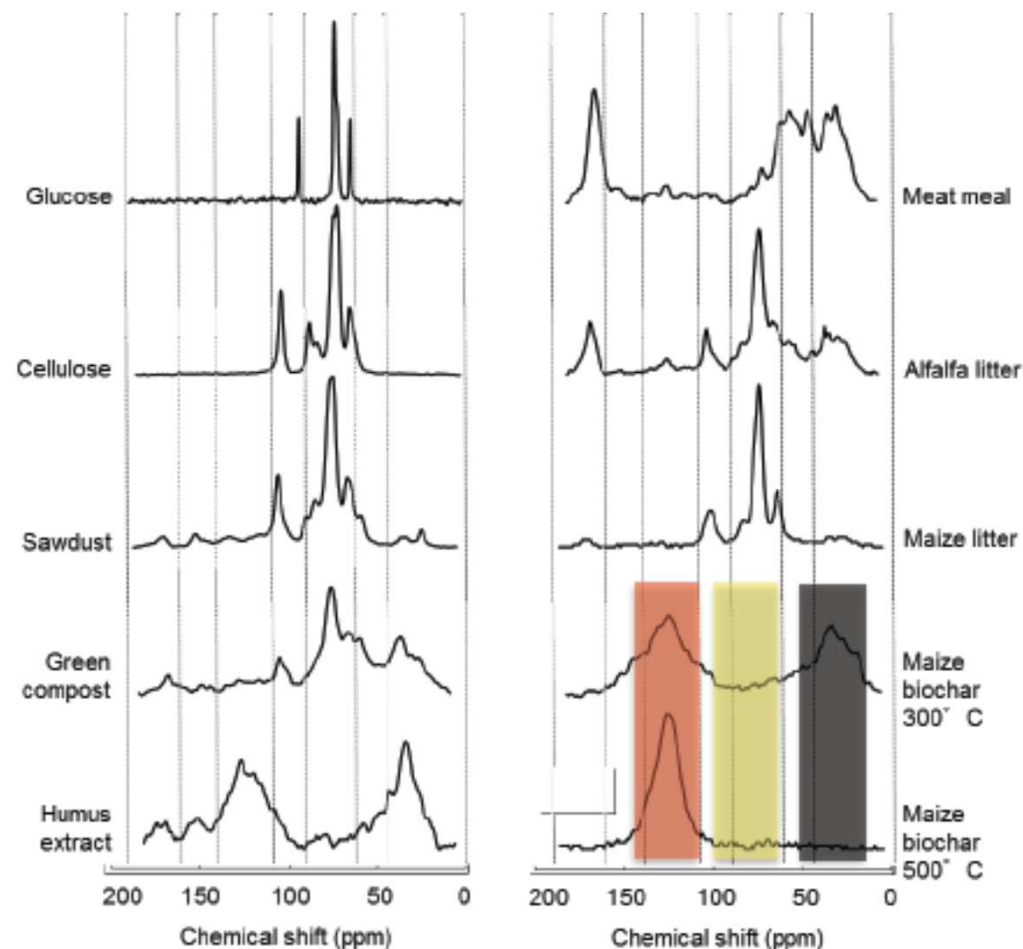
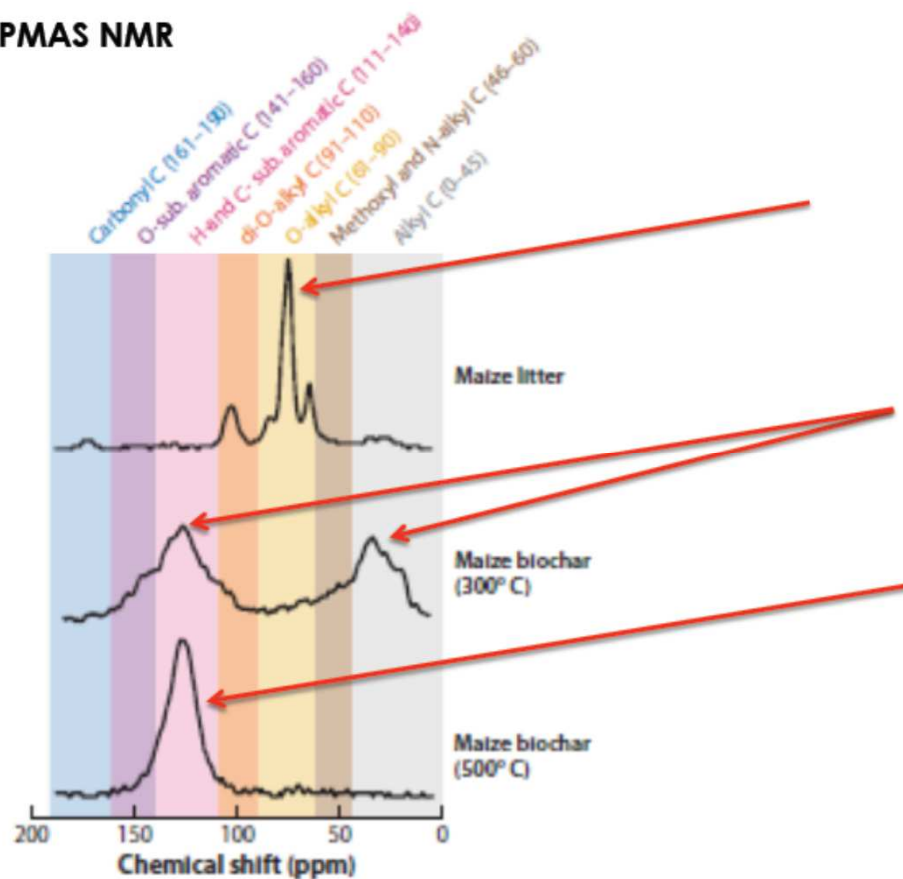
Fonte: P. Conte, Università Palermo, 2011



LA MATRICE BIOCHAR: ANALISI NMR

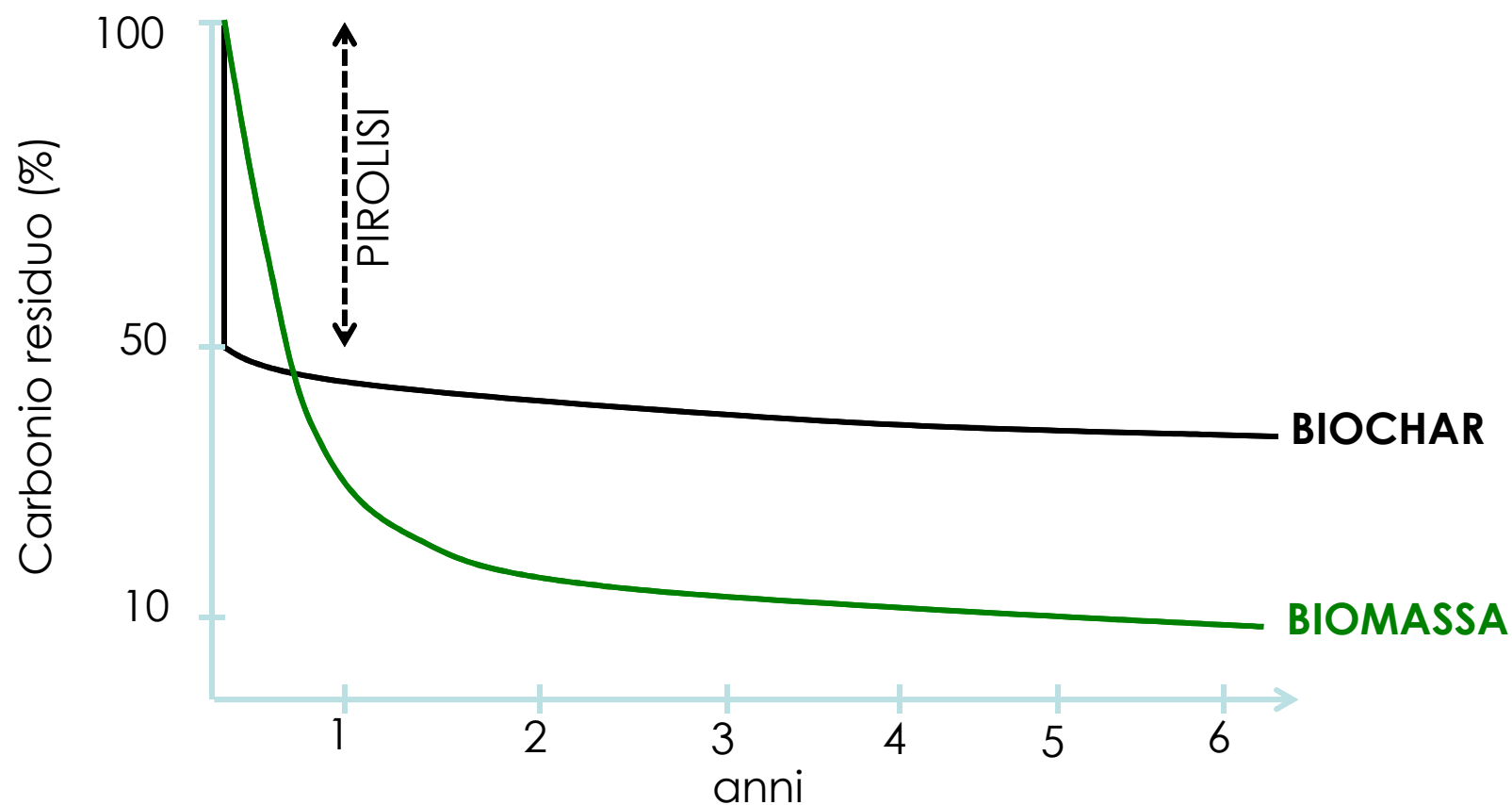
Fonte: Bonanomi et al., Università Napoli Federico II, 2018

^{13}C CPMAS NMR



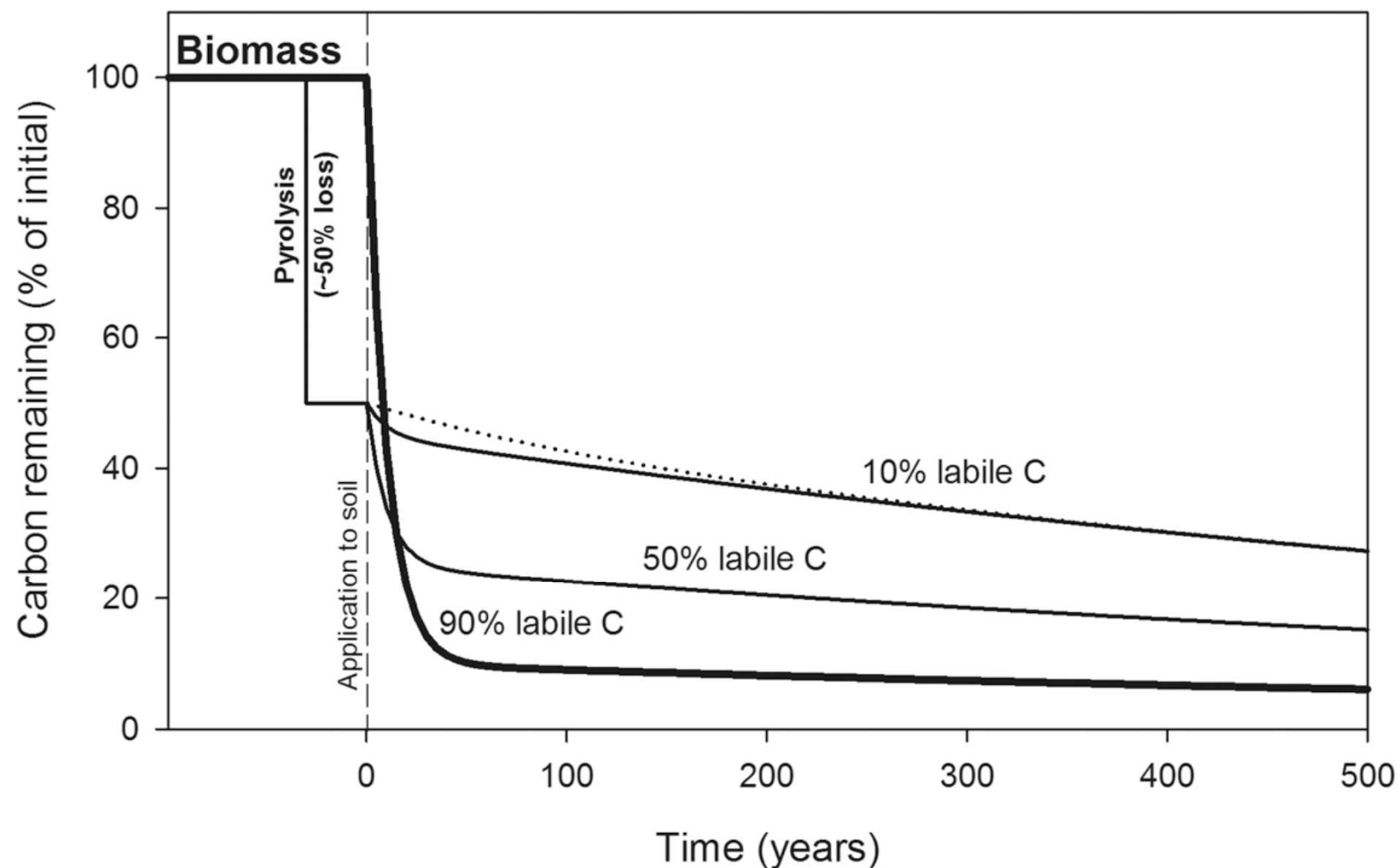
STABILITA' DEL BIOCHAR NEL SUOLO

Fonte: J. Lehmann, 2006 (adattato da L. Genesio, CNR Ibimet/ICHAR)



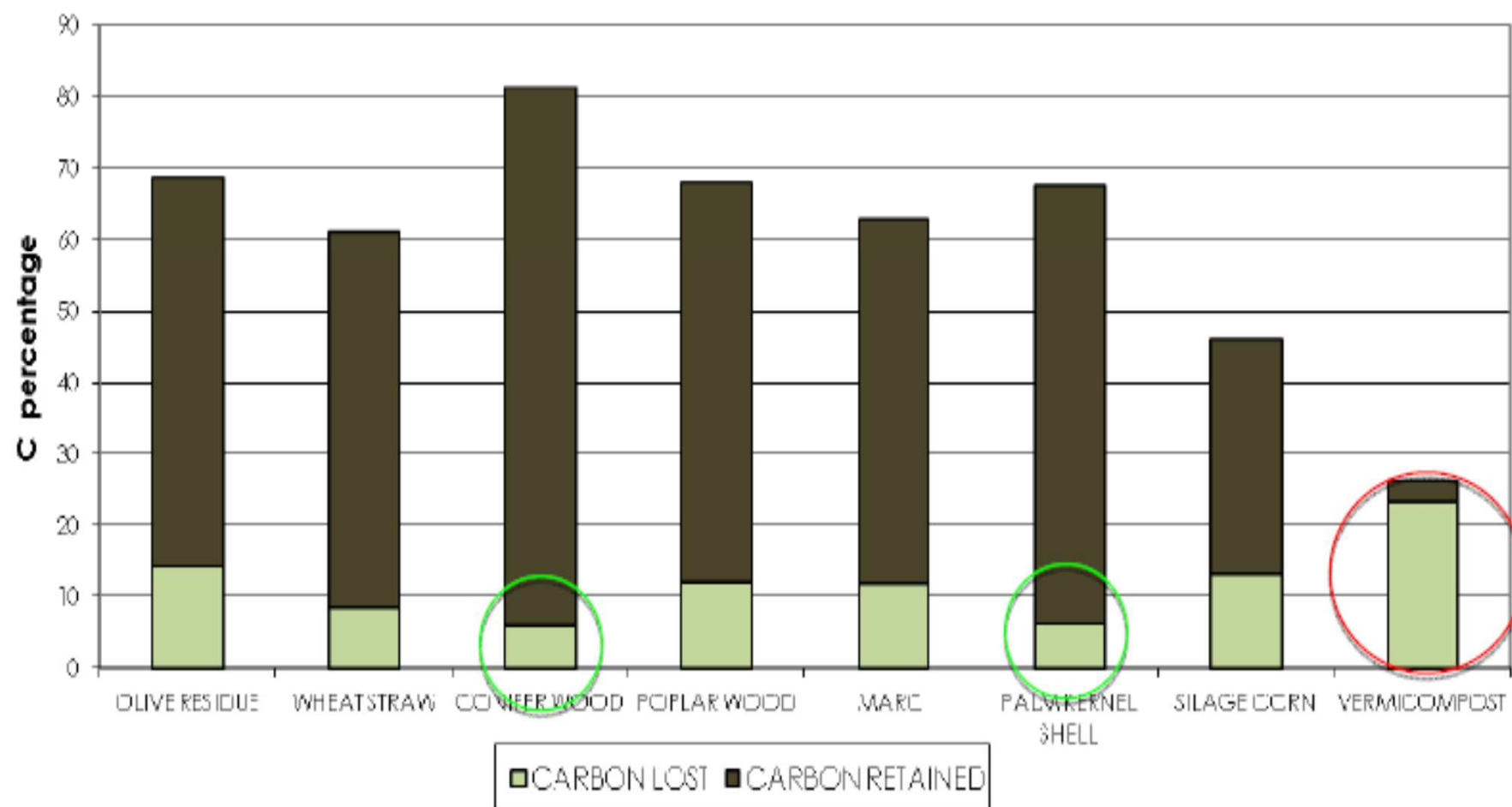
STABILITA' DEL BIOCHAR NEL SUOLO

Fonte: J. Lehmann and S. Joseph, 2009



STABILITA' DEL BIOCHAR NEL SUOLO

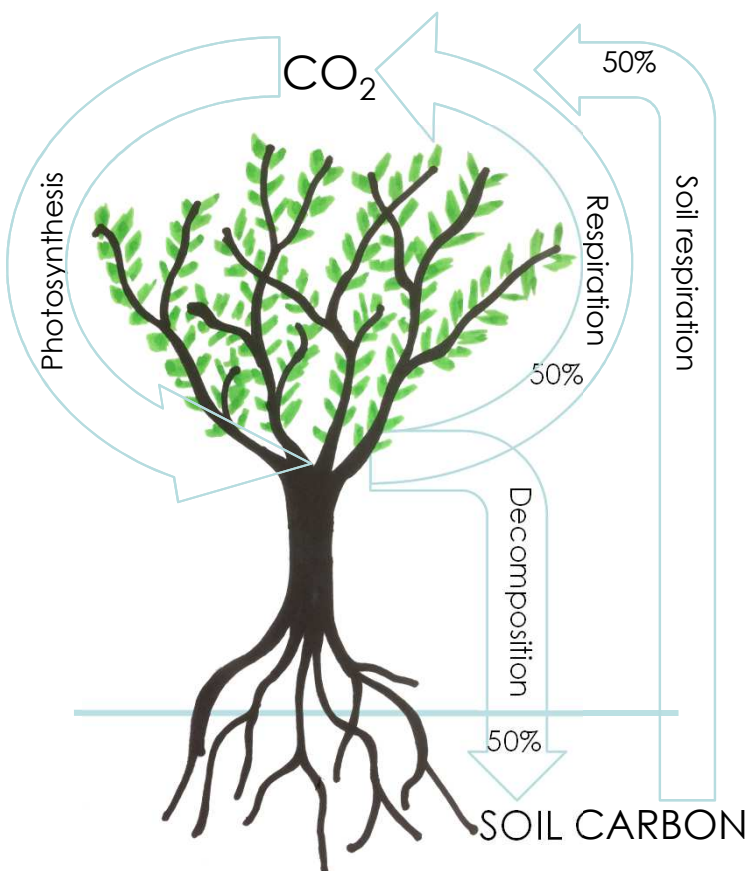
Fonte: Fondazione Minoprio/MAC Minoprio, 2013



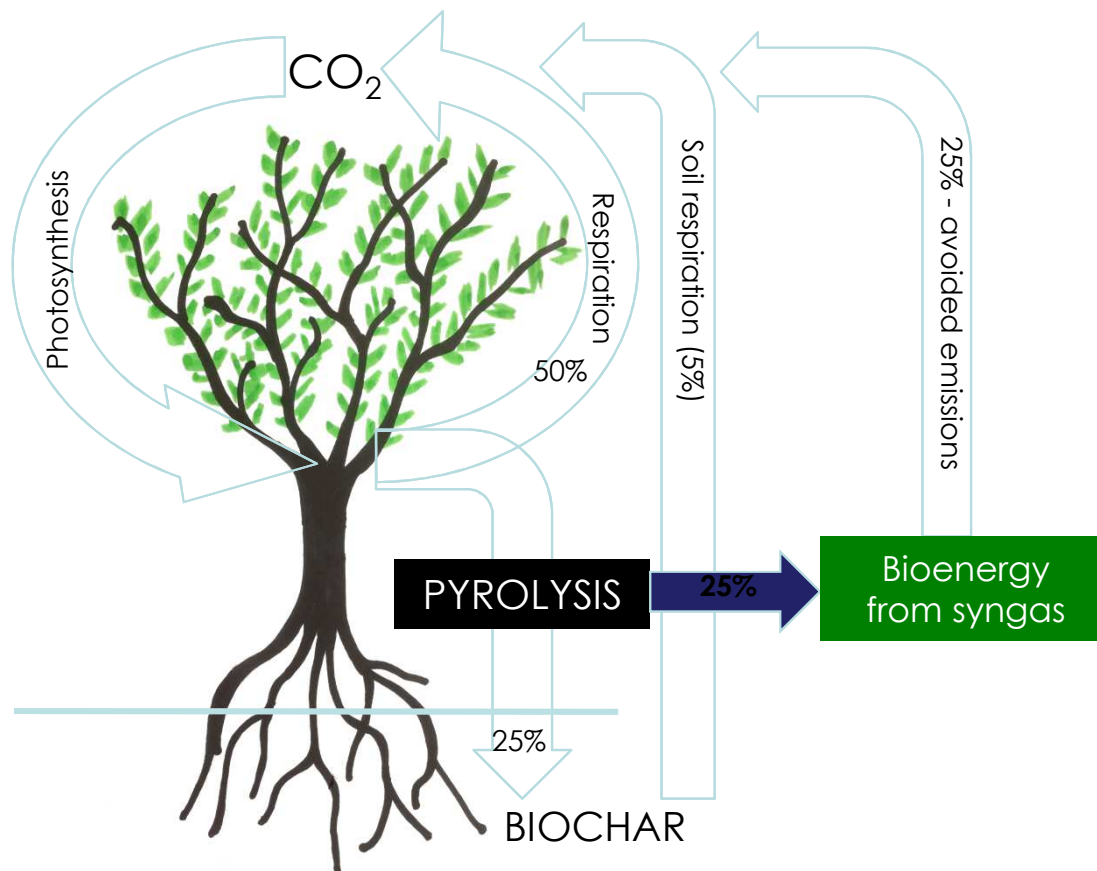
BIOCHAR E AZIONE CARBON NEGATIVE

Fonte: L. Genesio, CNR-Ibimet/ICHAR, 2016

CICLO DEL CARBONIO
CO₂ NEUTRAL



CICLO DEL BIOCHAR
CO₂ NEGATIVE



ETEROGENEITA' DEL BIOCHAR

Il biochar può essere ottenuto da:

differenti tipologie di biomassa

*differenti processi (pirolisi, gassificazione, hydrothermal
carbonisation)*

A loro volta i processi possono essere diversi per:

temperatura applicata (300 - 900 °C e oltre)

durata del processo (da pochi secondi ad alcuni minuti)

***Risultato: differenti prodotti (biochar), che non sempre
possono essere considerati idonei per applicazioni al suolo***



ETEROGENEITA' DEL BIOCHAR

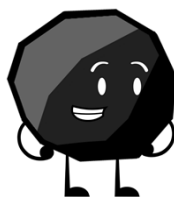
Fonte: Novotny et al., 2016

	Precursor biomass		Carbonization residues		Carbonization condensates		
	Slightly charred biomass		Char	Charcoal	Soot	Graphene-like	
Formation Temp.	— <350 °C —		350-500 °C		— >500 °C —		→
H/C	2.0	1.6	1.2	0.6	0.3	0.0	
O/C	0.8	0.6	0.4	0.2	0.1	0.0	
Size	← mm and larger →		← mm to nm →		← nm →		→
Plant structures	Abundant	Significant presence	Few	None	→		
Porosity							
Org. comp. sorption							
CEC							
Recalcitrance and Soft Lewis acid ads.							



CARATTERISTICHE AGRONOMICHE BIOCHAR

- *alta superficie di reazione (simile a quella dell'argilla)*
 - *porosità elevata (micro, meso e macro porosità)*
 - *capacità di ritenzione idrica significativa*
- *granulometria variabile (possibile presenza di polvere)*
 - *densità reale in genere compresa fra 1,5-2,1 g/cm³*
- *densità apparente in genere compresa fra 0,1-0,5 g/cm³*
 - *pH: da sub-acido a molto alcalino*
 - *carbonio "organico" anche > 90% s.s.*
- *carbonio labile in genere pari al 10% del carbonio presente*
- *ceneri: da molto basse (< 10% s.s.) a medio-alte (60%)*
 - *capacità di scambio cationico e anionico significativa*



CARATTERISTICHE AGRONOMICHE BIOCHAR

Fonte: J. Ippolito, 2015

°C pirolisi	pH	CaCO ₃ equivalente	Area superficiale (m ² /g)	CSC (mmoli/kg)
< 300	5,01	7,95	1,69	327
300-399	7,60	13,7	65,36	371
400-499	8,10	17,2	83,98	191
500-599	8,71	15,6	112	283
600-699	9,00	===	217	126
700-799	9,83	21	176	39
>800	10,8	===	214	44
Tempo trattamento	pH	CaCO ₃ equivalente	Area superficiale (m ² /g)	CSC (mmoli/kg)
veloce	8,38	===	69,38	28,8
lento	8,50	14,9	124	250

CARATTERISTICHE AGRONOMICHE BIOCHAR

Valori medi di n. 33 campioni analizzati presso Fondazione Minoprio/MAC

parametro	valore medio	intervallo	riferimento compost
frazione granulometrica <10 mm	97	2-100	=
frazione granulometrica < 5 mm	87	9-100	=
frazione granulometrica < 2 mm	62	5-100	=
frazione granulometrica < 1 mm	32	1-79	=
umidità (% m/m)	21	0,01-62	40-50
densità apparente laboratorio (g/litro)	302	117-654	400-500
massima ritenzione idrica (% m/m)	75	37-86	=
pH H ₂ O (unità pH)	10,1	5,3-12,3	8,0-8,5
salinità (mS/m)	175	4-1183	< 100



CARATTERISTICHE AGRONOMICHE BIOCHAR

Valori medi di n. 33 campioni analizzati presso Fondazione Minoprio/MAC

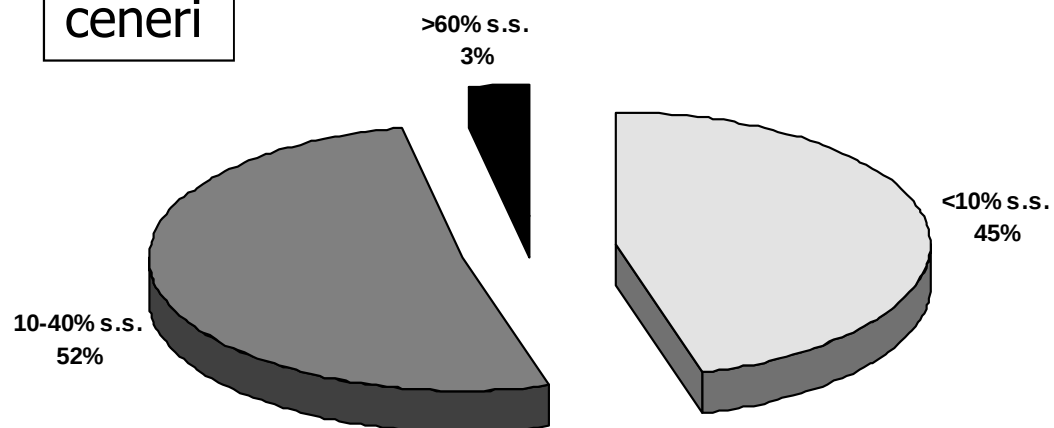
parametro	valore medio	intervallo	riferimento compost
ceneri 550°C (% s.s.)	15,3	2,2-53,3	=
carbonio totale (% s.s.)	72,3	38,5-91,1	=
carbonio organico (% s.s.)	71,3	34,6-91	25-30
rapporto molare H:C _{org}	0,2	0,1-0,5	=
azoto totale (% s.s.)	0,99	0,3-2,3	1-2
fosforo totale (% s.s.)	0,21	0,01-0,92	0,2-0,4
potassio totale (% s.s.)	1,74	0,08-7,45	1-5



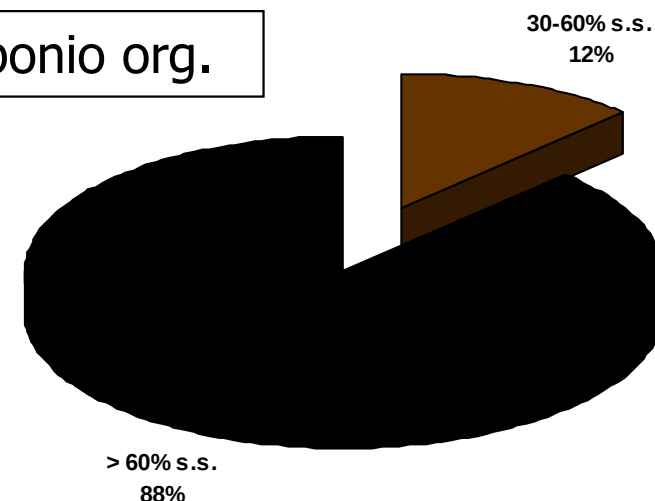
Frequenze % in classi

Valori medi di n. 33 campioni analizzati presso Fondazione Minoprio/MAC

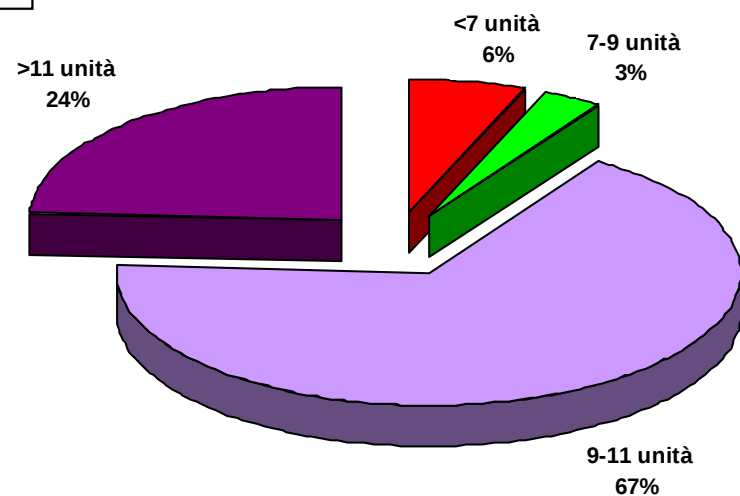
ceneri



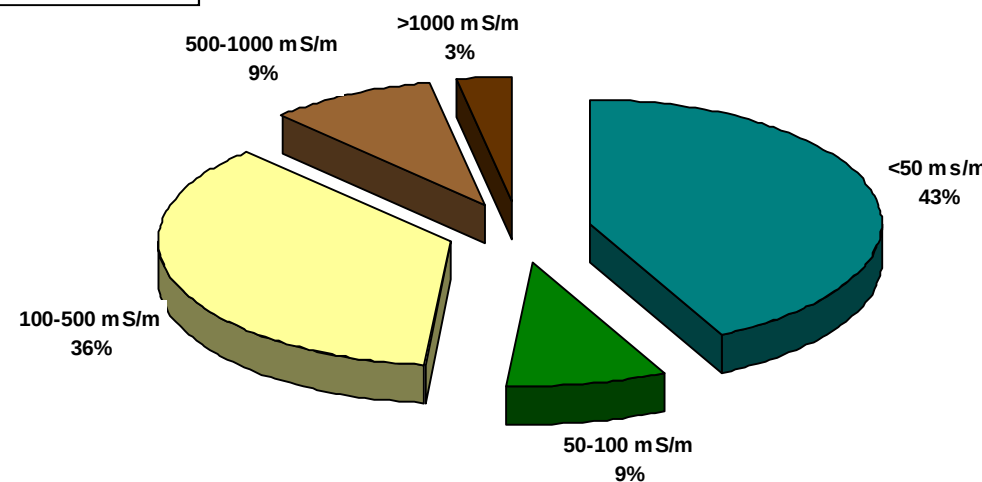
carbonio org.



pH

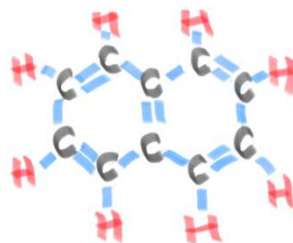


salinità



PRINCIPALI CONTAMINANTI NEL BIOCHAR

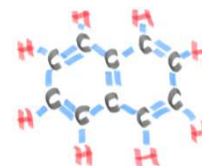
Il biochar può contenere sostanze contaminanti, ovvero sostanze indesiderate che, se superano determinati livelli di concentrazione, ne compromettono qualità e uso, in quanto potrebbe causare effetti negativi su ambiente e salute.



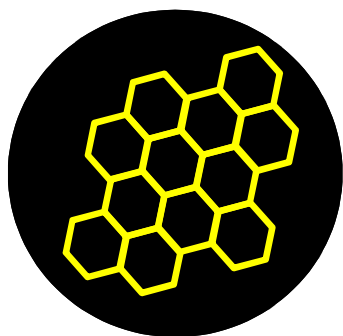
I contaminanti presente nel biochar possono essere più o meno mobili, ovvero migrare nell'aria (volatilizzazione) o nell'acqua (solubilizzazione)

PRINCIPALI CONTAMINANTI NEL BIOCHAR

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

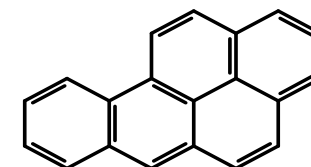
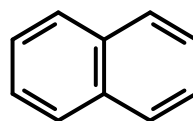


Composti organici che si formano dalla combustione/pirolisi di materiale organico. Costituiti da Carbonio e Idrogeno (lipofili), con gli atomi di carbonio legati fra di loro in anelli condensati aromatici (da 2 a 7 anelli benzenici) che conferiscono la caratteristica di persistenza.



> 7 anelli: struttura carboniosa biochar

tossicità, lipofilicità, persistenza



presenza nel biochar

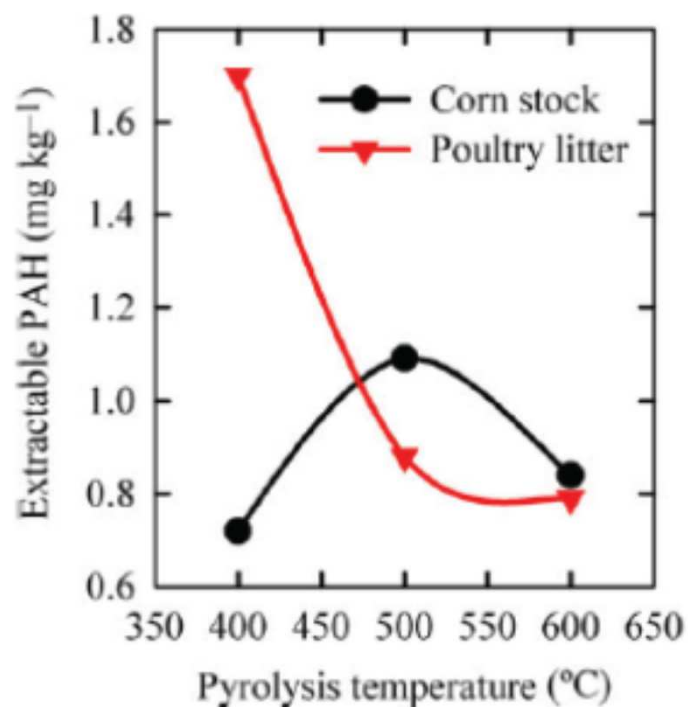


PRINCIPALI CONTAMINANTI NEL BIOCHAR

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Fonte: Dutta et al., 2016

Le concentrazioni di IPA nel biochar sono influenzate dalle condizioni di pirolisi e dalla biomassa vegetale utilizzata.



Temperatura

<350°C

>550°C

350-550°C

Tempo di residenza

min

ore

Processo produttivo

Slow Pyrolysis < Intermediate

Gasification < Fast Pyrolysis

ABBONDANZA IN IPA

Fonte:
DFI-UFSP
CH, 2016

IPA	Numero CAS	Cancero geno per l'essere umano (IARC, 2016)	Princip ali inquin anti secon do l'EPA (USA)	PAH8, indicatori di presenza di IPA cancerogeni negli alimenti (EFSA, 2008)	Classificazio ne armonizzata secondo l'allegato VI del regolamento (CE) n. 1272/2008	Cancerogenicità secondo la banca dati dell'inventario C&L (autoclassificazio ne) dell'ECHA
Benzo(a)pirene	50-32-8	1	X	X	X (carc. 1B)	
Dibenzo(a,h)antracene	53-70-3	2A	X	X	X (carc. 1B)	
Benzo(a)antracene	56-55-3	2B	X	X	X (carc. 1B)	
Benzo(b)fluorantene	205-99-2	2B	X	X	X (carc. 1B)	
Benzo(j)fluorantene	205-82-3	2B			X (carc. 1B)	
Benzo(k)fluorantene	207-08-9	2B	X	X	X (carc. 1B)	
Benzo(e)pirene	192-97-2	3			X (carc. 1B)	
Crisene	218-01-9	2B	X	X	X (carc. 1B)	
Indeno(1,2,3,c,d)pirene	193-39-5	2B	X	X		carc. 2
Benzo(g,h,i)perilene	191-24-2	3	X	X		non cancerogeno
Ciclopenta(c,d)pirene	27208-37-3	2A				non elencato
Dibenzo(a,l)pirene	191-30-0	2A				carc. 1B
Dibenzo(a,i)pirene	189-55-9	2B				carc. 2 (23 notifiche) o carc. 1B (4) o non classificato (3)
5-metilcrisene	3697-24-3	2B				carc. 2 (23 notifiche) o carc. 1B (7) o non classificato (3)
Dibenzo(a,h)pirene	189-64-0	2B				carc. 1B (11 notifiche) o carc. 2 (1) o non classificato (3)
Naftalina	91-20-3	2B	X		X (carc. 2)	non elencato
Benzo(j)aceantrilene	202-33-5	2B				non cancerogeno (26 notifiche) o carc. 2 (7)
Benzo(c)fenantrene	195-19-7	2B				non cancerogeno (373 notifiche), carc. 2 (1)
Antracene	120-12-7	3	X			non cancerogeno
Acenaftene	83-32-9	3	X			non cancerogeno
Fluorantene	206-44-0	3	X			non cancerogeno
Fluorene	86-73-7	3	X			non cancerogeno
Fenantrene	85-01-8	3	X			non cancerogeno (442 notifiche), carc. 2 (2)
Pirene	129-00-0	3	X			non cancerogeno
Acenaftilene	208-96-8	-	X			non cancerogeno

Classificazione dell'IARC:

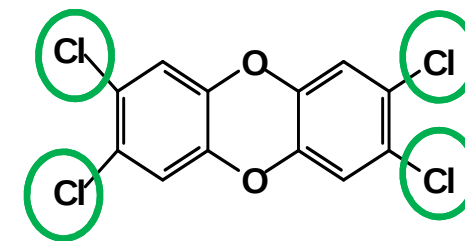
Gruppo 1: cancerogenicità dimostrata
 Gruppo 2A: cancerogenicità probabile
 Gruppo 2B: cancerogenicità possibile
 Gruppo 3: non classificabile come cancerogeno per l'essere umano (possibile ma dati insufficienti)

Classificazione dell'ECHA e svizzera (secondo il regolamento CLP):

carc. 1A: sostanze di cui sono noti effetti cancerogeni per l'essere umano
 carc. 1B: sostanze di cui si presumono effetti cancerogeni per l'essere umano
 carc. 2: sostanze di cui si sospettano effetti cancerogeni per l'essere umano

PRINCIPALI CONTAMINANTI NEL BIOCHAR

Diossine, Furani, Policlorobifenili (PCB)



Composti organici tossici per l'ambiente e per l'uomo.

Diossine e Furani: composti chimici aromatici policlorurati, ossia formati da carbonio, idrogeno, ossigeno e cloro (idrocarburi clorurati), suddivise in due famiglie (diossine e furani). Stabili e persistenti nell'ambiente, la loro tossicità dipende dal numero e dalla posizione sull'anello aromatico degli atomi di cloro.

Il meccanismo primario di ingresso delle diossine (lipofile) nella catena alimentare terrestre sembrerebbe essere la deposizione atmosferica in fase di vapore sulle foglie delle piante e, parzialmente sul terreno, ingeriti successivamente dagli animali.

Policlorobifenili: prodotte attraverso processi industriali, sono composti aromatici biciclici, costituiti da carbonio, idrogeno e cloro, stabili, lipofili e non fotodegradabili.

PRINCIPALI CONTAMINANTI NEL BIOCHAR

Metalli pesanti

Componenti naturale della crosta terrestre non sono degradati dall'attività biologica e fotochimica. Emessi anche da attività antropiche (processi industriali)

Al di sopra di determinati valori causano inquinamento dell'ambiente e tossicità negli organismi biologici.

Il contenuto nella biomassa utilizzata per la produzione di biochar è la principale fonte di metalli (specie vegetale/suolo); possono derivare anche dal processo di produzione (trattamento, superfici metalliche, reattore).

BIOCHAR E FERTILITA' DEL SUOLO

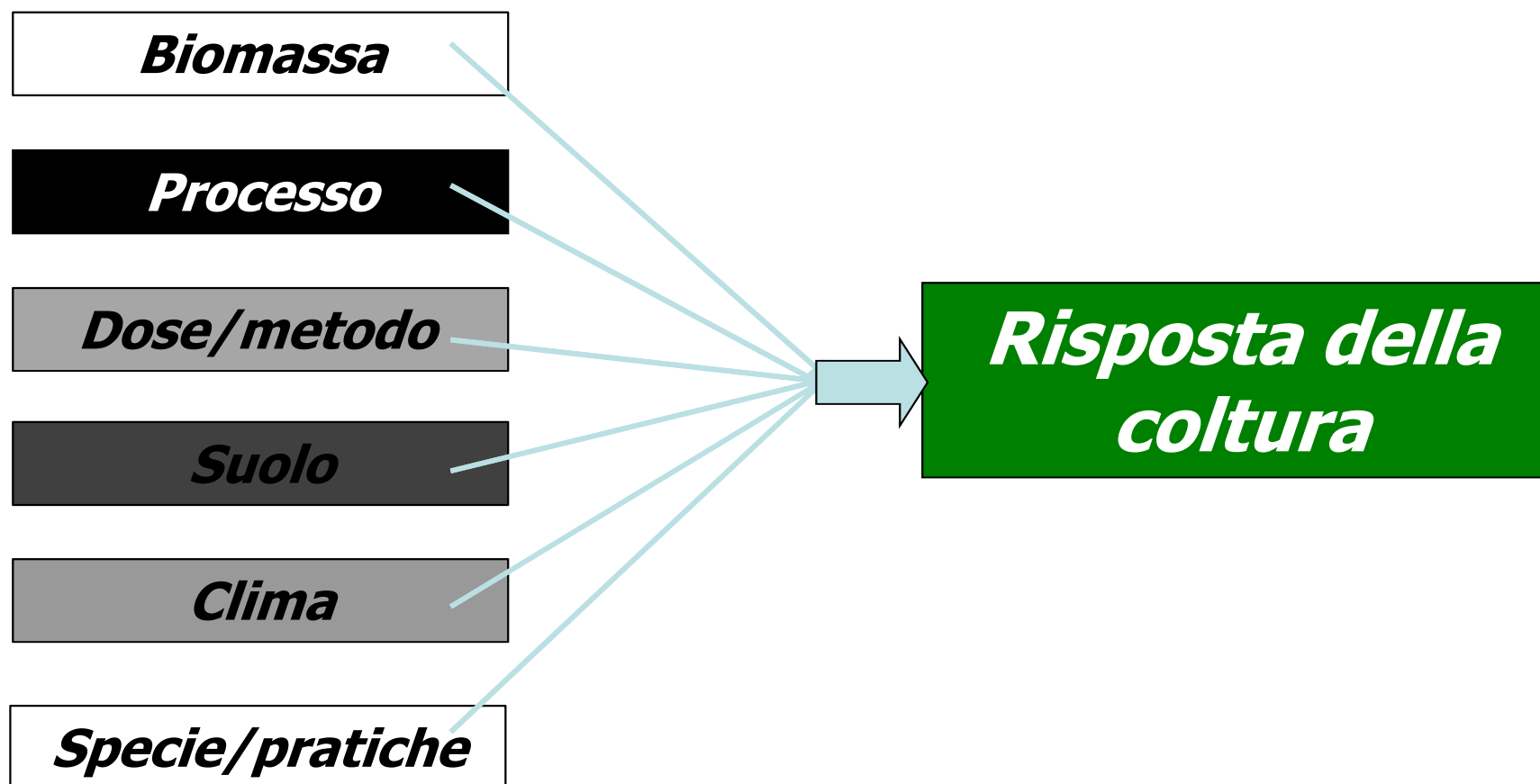
Il biochar nel suolo può influenzare:

- *colore (albedo)*
- *tessitura*
- *struttura*
- *densità apparente*
- *porosità totale*
- *dinamica rapporti acqua/aria*
- *correzione suoli acidi*
- *capacità scambio cationico e anionico*
- *rese delle concimazioni*
- *degradabilità sostanza organica*
- *comunità di microrganismi e funzionalità*
- *biodisponibilità contaminanti*
- *rese produttive*



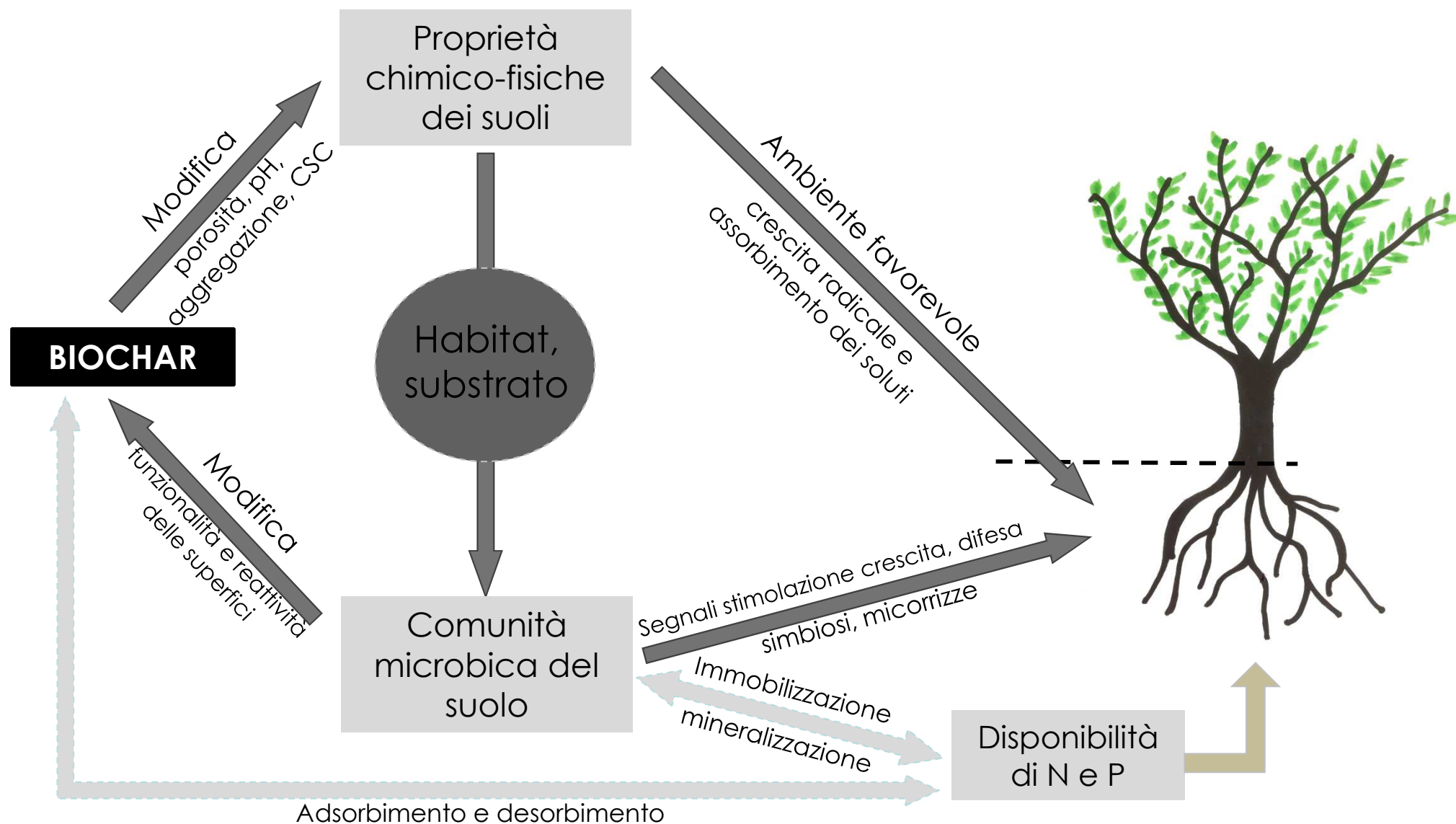
BIOCHAR E FERTILITA' DEL SUOLO

Fonte: L. Genesio, CNR-Ibimet/ICHAR, 2016



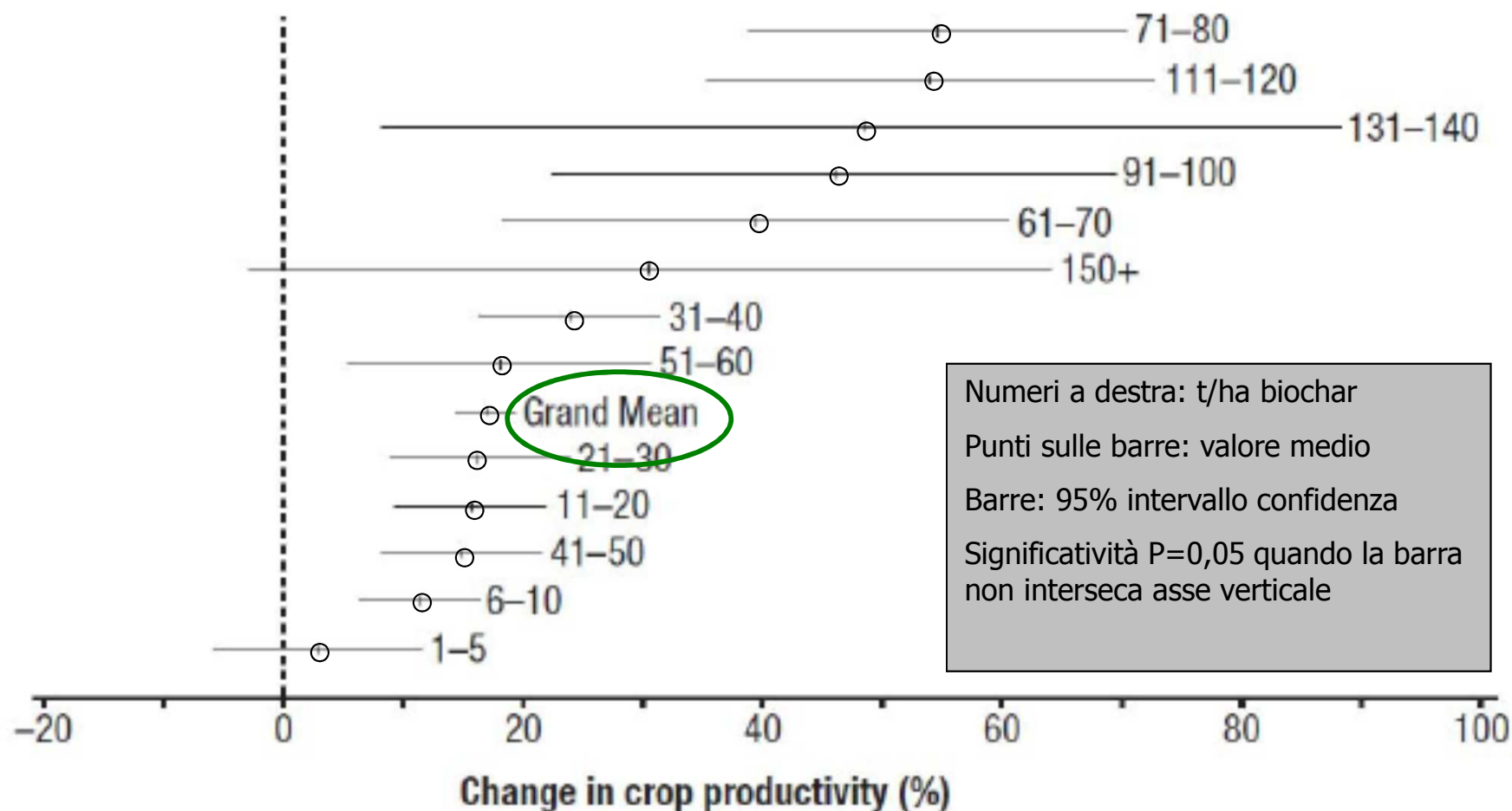
BIOCHAR E FERTILITA' DEL SUOLO

Fonte: modificato Gul & Whalen, 2016



BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (EFFETTO DOSE)

Fonte: F. Jeffery et al., 2015



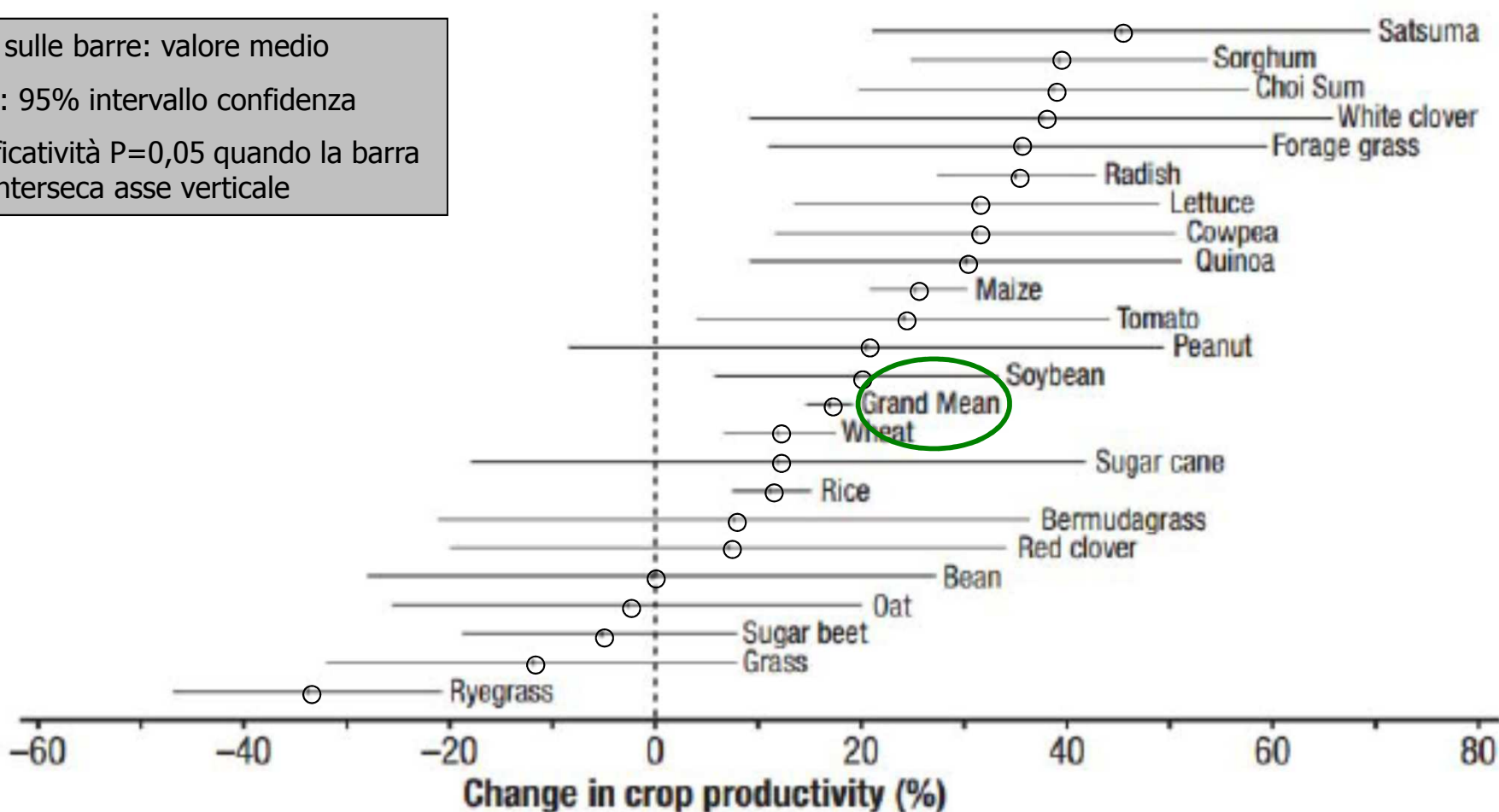
BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (COLTURA)

Fonte: F. Jeffery et al., 2015

Punti sulle barre: valore medio

Barre: 95% intervallo confidenza

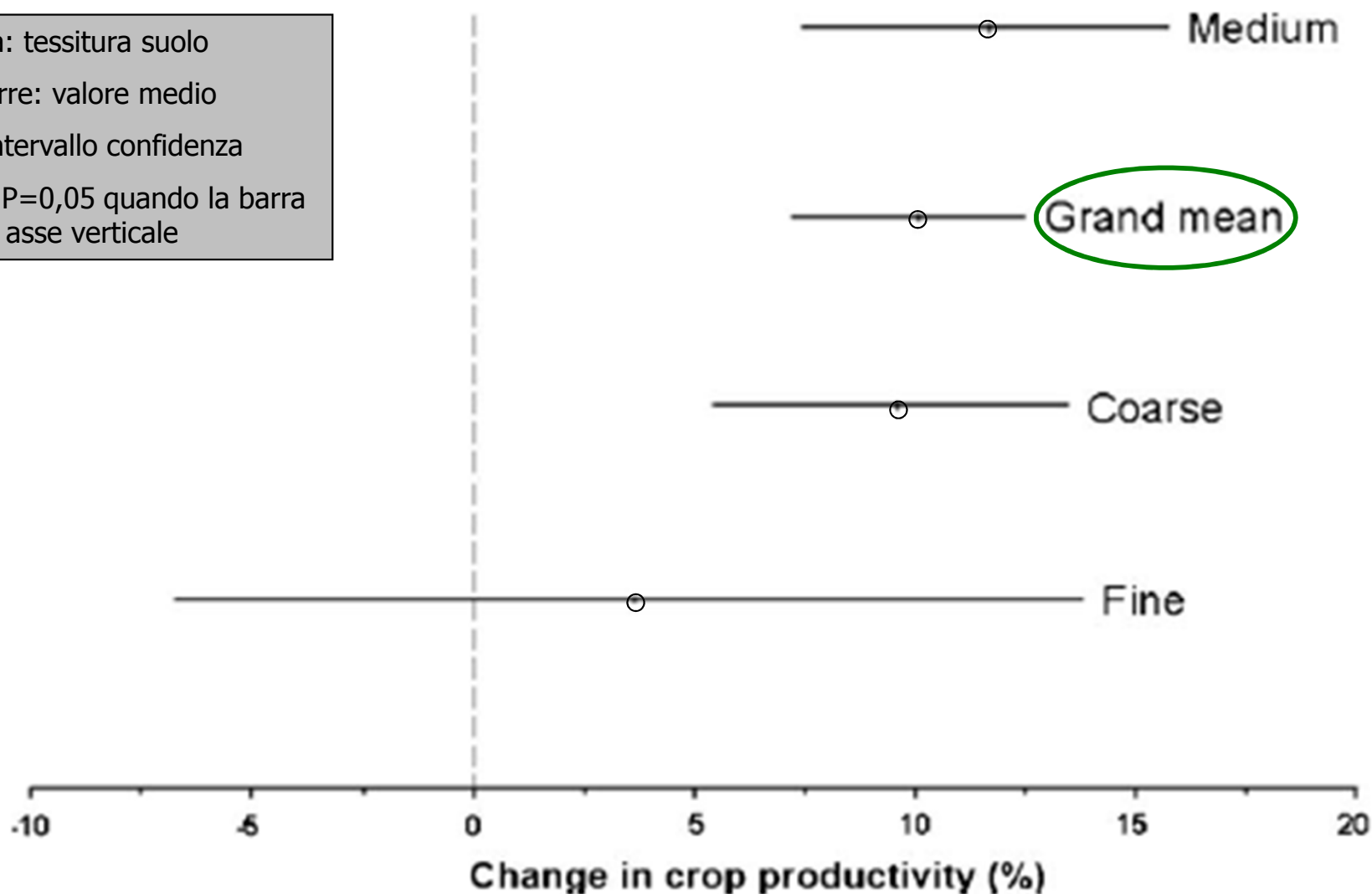
Significatività $P=0,05$ quando la barra non interseca asse verticale



BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (TESSITURA)

Fonte: F. Jeffery et al., 2011

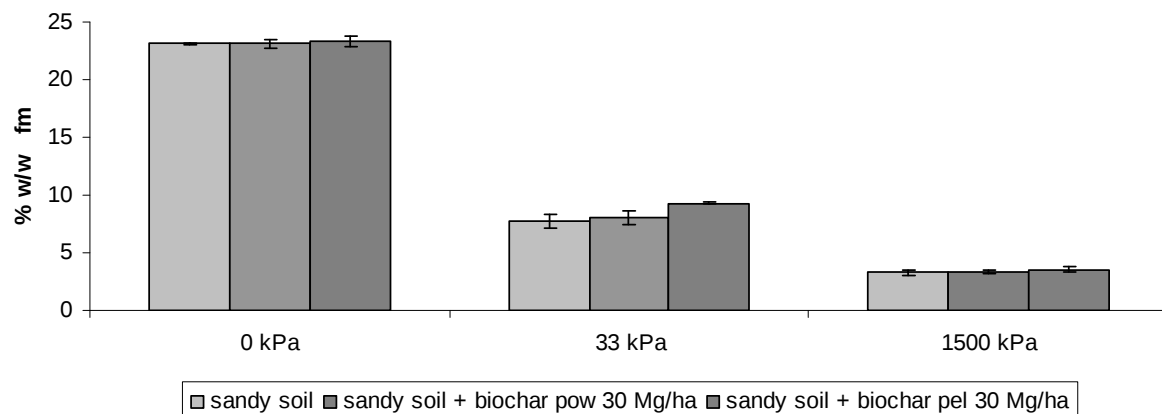
Testo a destra: tessitura suolo
Punti sulle barre: valore medio
Barre: 95% intervallo confidenza
Significatività $P=0,05$ quando la barra non interseca asse verticale



INFLUENZA PROPRIETA' IDROLOGICHE

Fonte: Bartocci et al., 2017

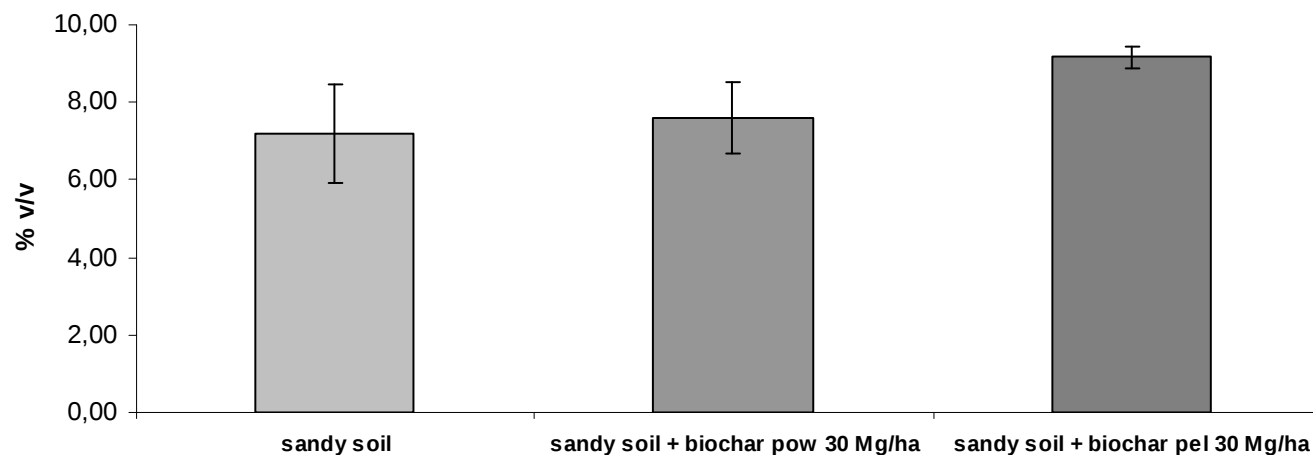
Water content



Suolo sabbioso a basso contenuto organico
Biochar prodotto da Arundo e utilizzato in polvere o in pellet
Dose di applicazione : 30 t/ha

Test con piastre Richards
4 repliche/trattamento

Available water



INFUENZA PROPRIETA' IDRO-MECCANICHE

Fonte: Chan et al., 2007

Table 5. Changes in soil physical and biological properties as a result of different rates of biochar application with and without nitrogen fertiliser application

Within rows, means followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$); n.s., not significant ($P > 0.05$); *** $P < 0.001$. NA, not available

Biochar rate:	Nil N				N				Significance		
	0	10	50	100	0	10	50	100	Biohar rate	N	Biochar × N
				(t/ha)							
FC (kg/100 kg)	0.255c	0.244c	0.270b	0.320a	0.252c	0.246c	0.270b	0.320a	***	n.s.	n.s.
Tensile strength (kPa)	64.4a	69.2a	31.7b	18.8c	NA	NA	NA	NA	***	—	—
FDA(μg fluorescein/g soil.min)	13.2a	11.3b	11.9b	11.5b	10.1c	8.6d	11.2b	11.2b	***	***	***

Suolo a tessitura fine, molto acido, bassa dotazione di sostanza organica

Biochar prodotto da scarti verdi (450° C)
Basso contenuto di carbonio (36%)

Dose di applicazione: 0-10-50-100 t/ha in presenza o assenza di concimazione azotata

BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (PH)

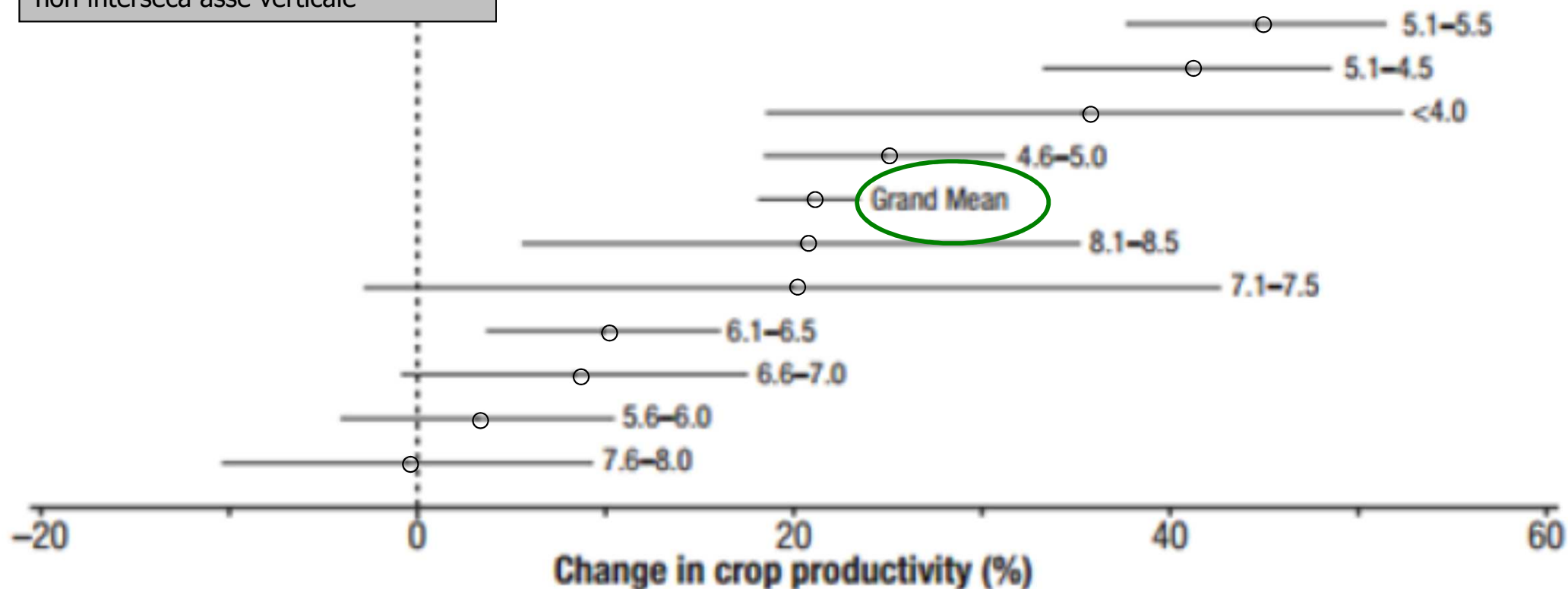
Fonte: F. Jeffery et al., 2015

Numeri a destra: valore pH iniziale

Punti sulle barre: valore medio

Barre: 95% intervallo confidenza

Significatività $P=0,05$ quando la barra non interseca asse verticale



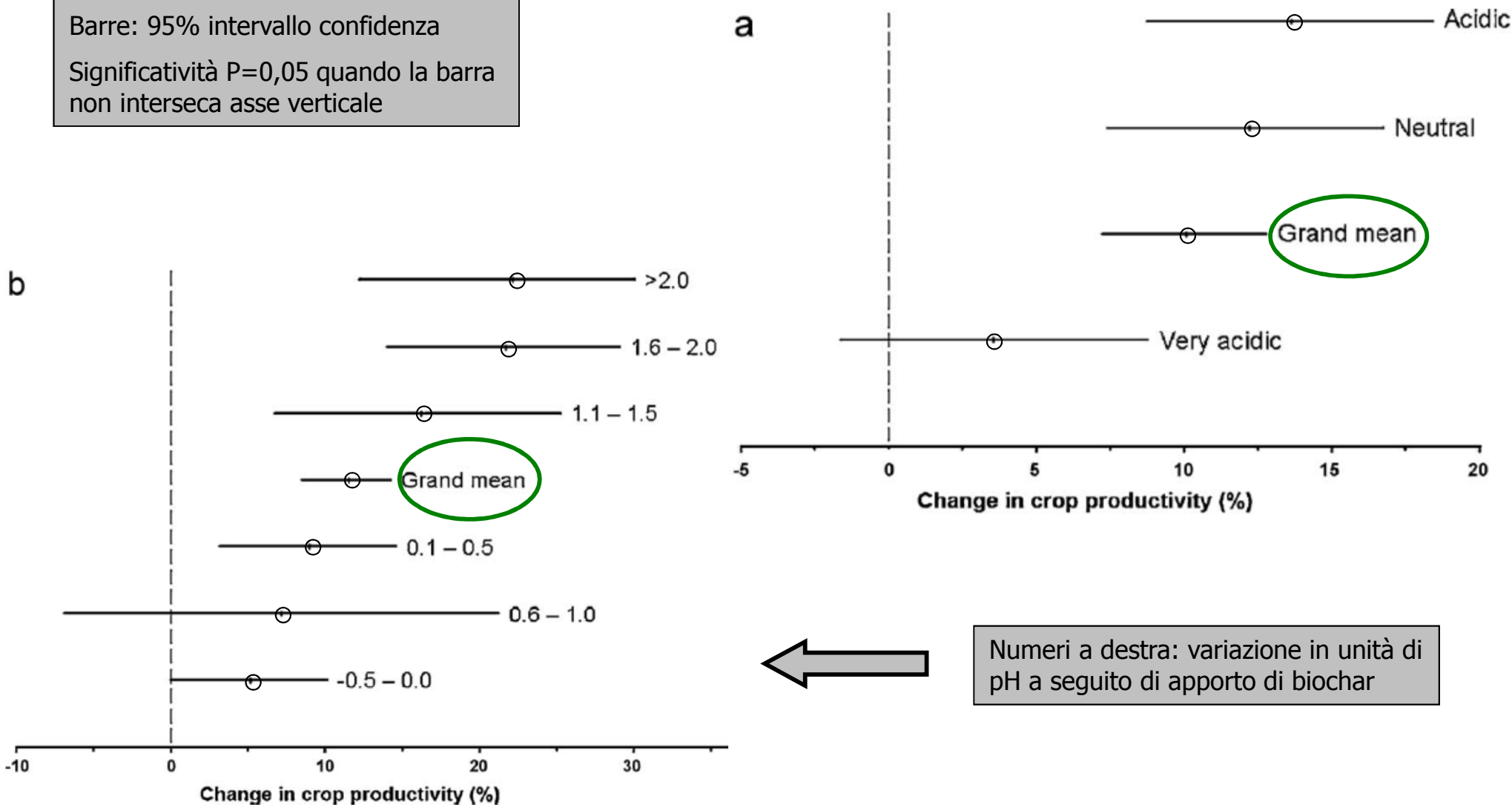
BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (PH)

Fonte: F. Jeffery et al., 2011

Punti sulle barre: valore medio

Barre: 95% intervallo confidenza

Significatività $P=0,05$ quando la barra non interseca asse verticale



BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (CONCIMI)

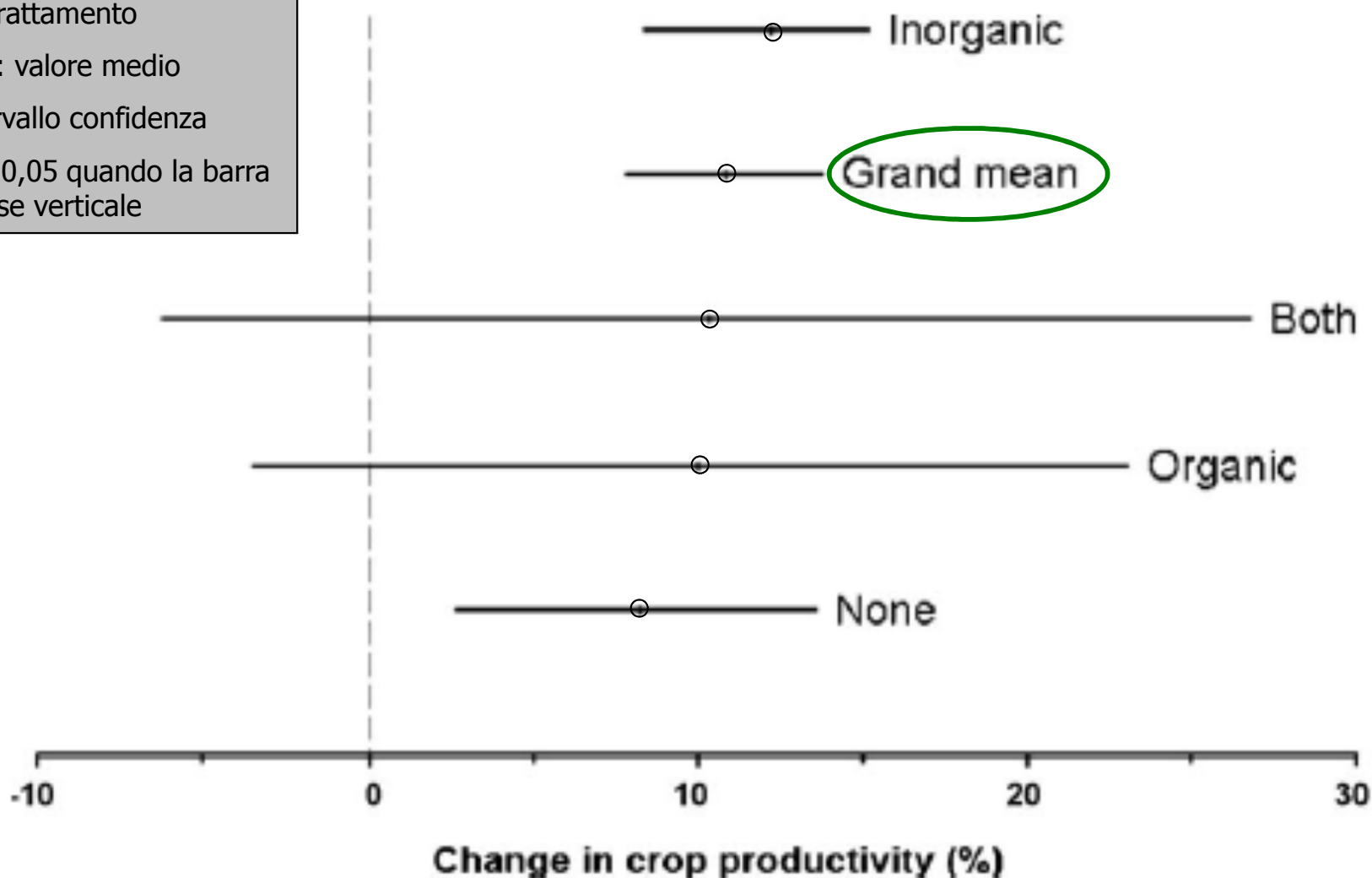
Fonte: F. Jeffery et al., 2011

Testo a destra: trattamento

Punti sulle barre: valore medio

Barre: 95% intervallo confidenza

Significatività $P=0,05$ quando la barra non interseca asse verticale



BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (CONCIMI)

Fonte: Chan et al., 2007

Suolo a tessitura fine, molto acido, bassa dotazione di sostanza organica

Biochar prodotto da scarti verdi (450° C)
Basso contenuto di carbonio (36%)

Dose di applicazione: 0-10-50-100 t/ha in presenza o assenza di concimazione azotata

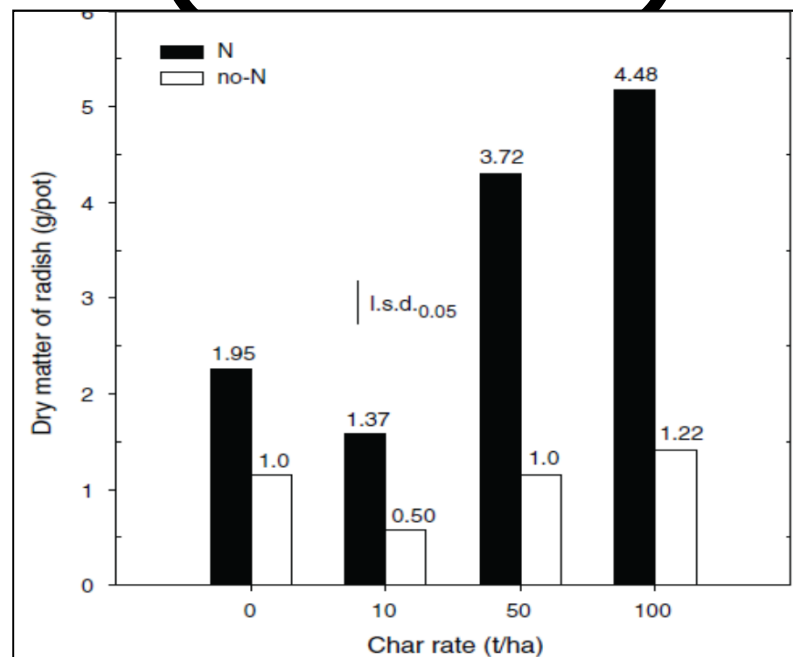


Fig. 1. Dry matter production of radish with and without nitrogen fertiliser as a function of rate of biochar. Numbers on top of bar refer to relative yield, i.e. DM of a treatment as a proportion of DM of the control (nil biochar and nil N).

Fonte: Lui et al., 2017

Table 3. Recovery of labeled fertilizer N in grain and stover of maize.

Treatments		N uptake from fertilizer			Grain N/Total N	Stover N/total N	NUE
		Total	N in grain	N in stover			
		g plant ⁻¹			%		
2012	NF	1.30 ± 0.14	1.01 ± 0.10	0.29 ± 0.20	77.55 ± 0.53	22.45	30.88 ± 3.00
	BF	1.47 ± 0.10	1.14 ± 0.09	0.33 ± 0.01	77.37 ± 0.71	22.63	35.09 ± 2.46
2013	NF	1.47 ± 0.53	1.19 ± 0.03	0.28 ± 0.02	81.02 ± 0.81	18.98	34.92 ± 1.27
	BF	1.51 ± 0.69	1.25 ± 0.05	0.26 ± 0.02	82.59 ± 0.67	17.41	35.94 ± 1.65
2014	NF	0.85 ± 0.04	0.68 ± 0.05	0.17 ± 0.01	79.92 ± 0.16	20.08	45.56 ± 2.14
	BF	0.89 ± 0.43	0.69 ± 0.03	0.20 ± 0.02	77.86 ± 2.04	22.14	47.75 ± 2.28
2015	NF	0.56 ± 0.06	0.41 ± 0.06	0.15 ± 0.03	72.84 ± 2.39	27.16	30.13 ± 2.03
	BF	0.79 ± 0.04	0.59 ± 0.05	0.20 ± 0.00	74.60 ± 1.75	25.40	42.10 ± 2.32

NF: Soil amended with urea only; BF: soil amended with urea and 40 t ha⁻¹ biochar.

Values represent means ± standard errors (n = 3).

Data in bold indicate significant differences between the NF and BF treatments (*p* < 0.05).



+ 39%

BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (BIOMASSA)

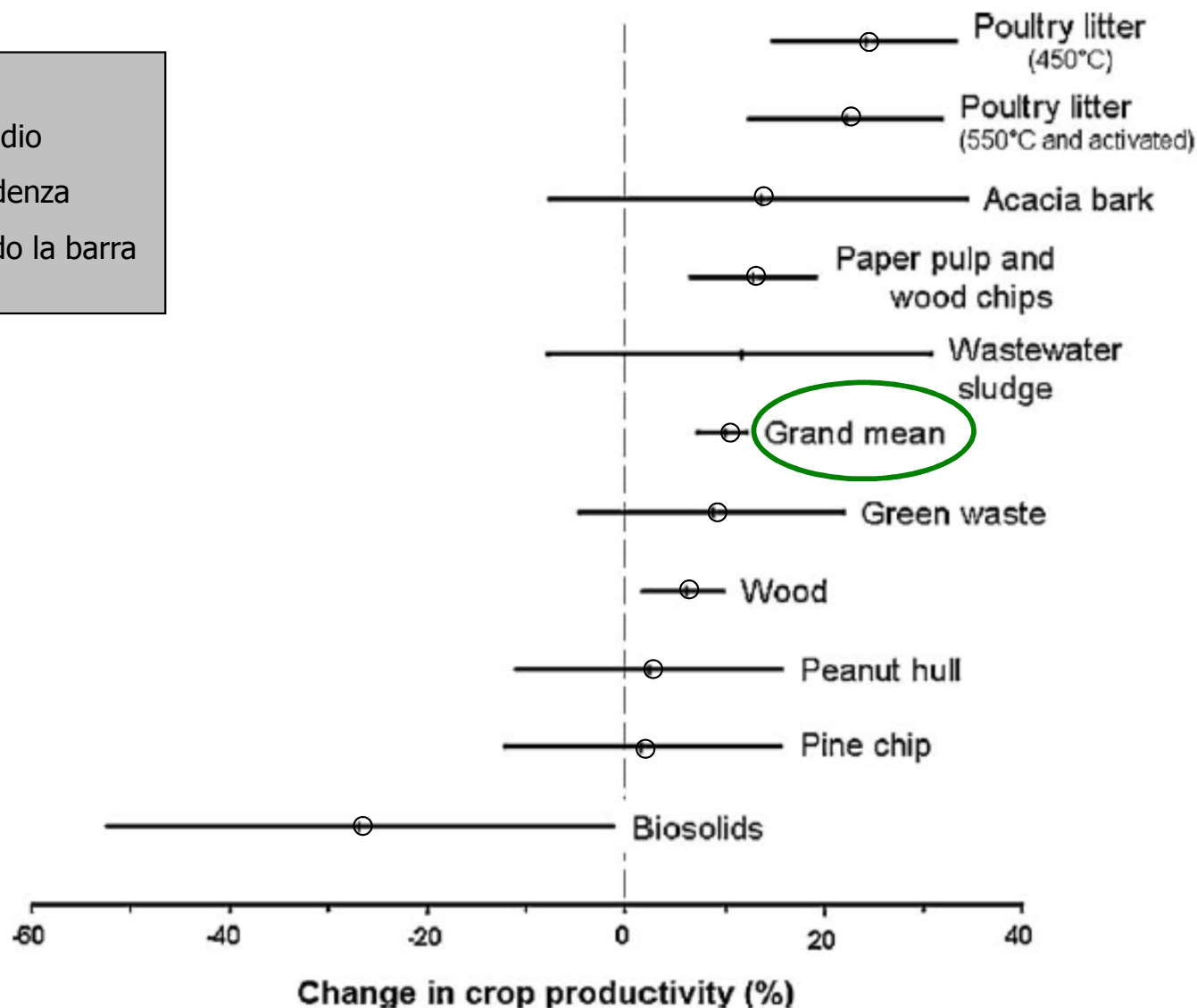
Fonte: F. Jeffery et al., 2011

Testo a destra: trattamento

Punti sulle barre: valore medio

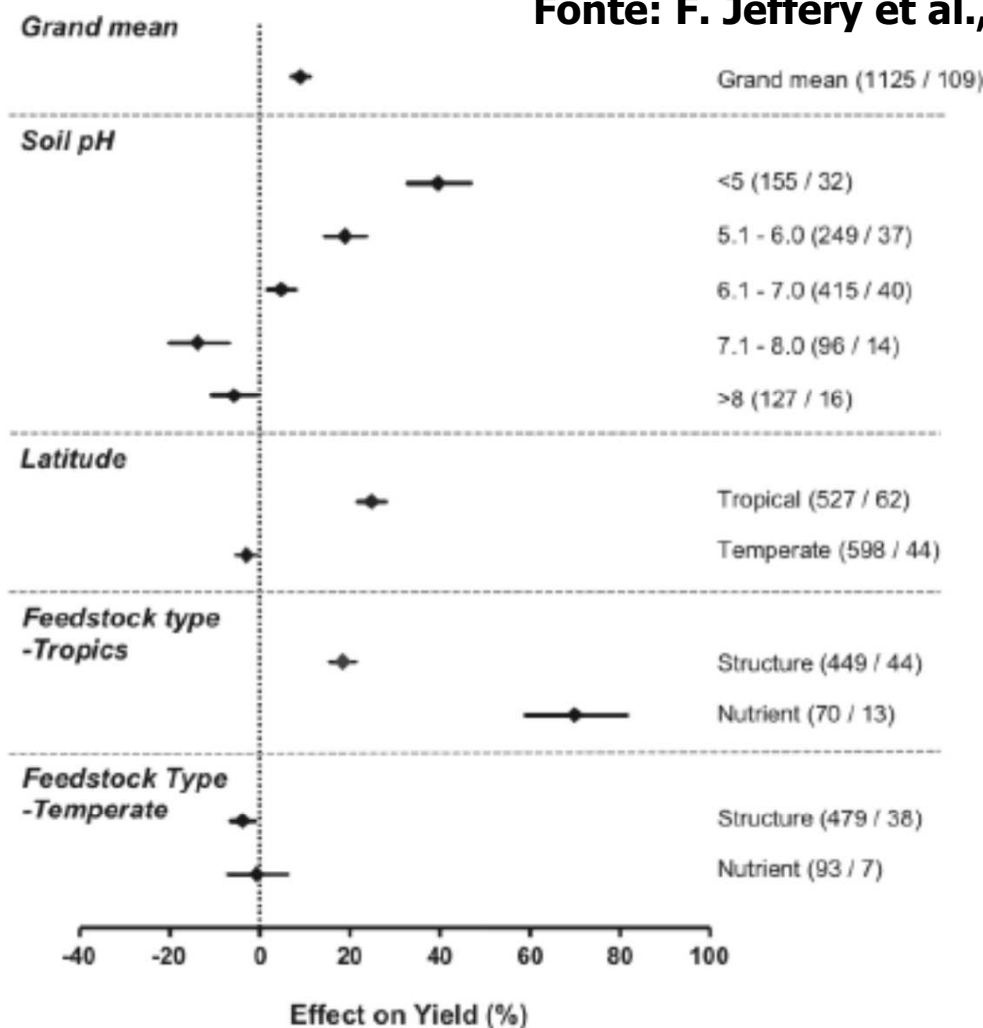
Barre: 95% intervallo confidenza

Significatività $P=0,05$ quando la barra non interseca asse verticale



BIOCHAR E PRODUTTIVITA'

Fonte: F. Jeffery et al., 2017



Structure feedstock: legno, materiale vegetale erbaceo, scarti agricoli-forestali lignocellulosici

Nutrient feedstock: concimi animali, fanghi di depurazione, rifiuti solidi urbani ecc.

Figure 1. Influence of initial soil pH, latitude, and feedstock type on crop yields following biochar application. Biochar feedstock was categorised by its main contributing property: predominantly structural (e.g. wood) or nutrient (e.g. manure). See online supplementary table 3 for more details on this categorisation. Points show means, bars show 95% confidence intervals. The numbers in parentheses show the number of pairwise comparisons on which that statistic is based (left) and the number of independent publications from which the data were drawn (right).

BIOCHAR E SOSTANZA ORGANICA (EFFETTO PRIMING?)

Fonte: J. Lehmann et al., 2011

Un incremento del carbonio respirato si verifica in genere solo nel breve periodo dopo l'apporto di biochar (frazione di carbonio labile, sostanze volatili).

Esperimenti a lungo termine (di laboratorio e di campo) hanno evidenziato come il biochar nel medio periodo riduca la mineralizzazione del carbonio organico presente nel suolo, a fronte tuttavia di un incremento della comunità microbica.

Questo aspetto è possibile spiegarlo attraverso un cambiamento nella composizione della comunità microbica e/o a seguito della modifica dell'attività enzimatica.

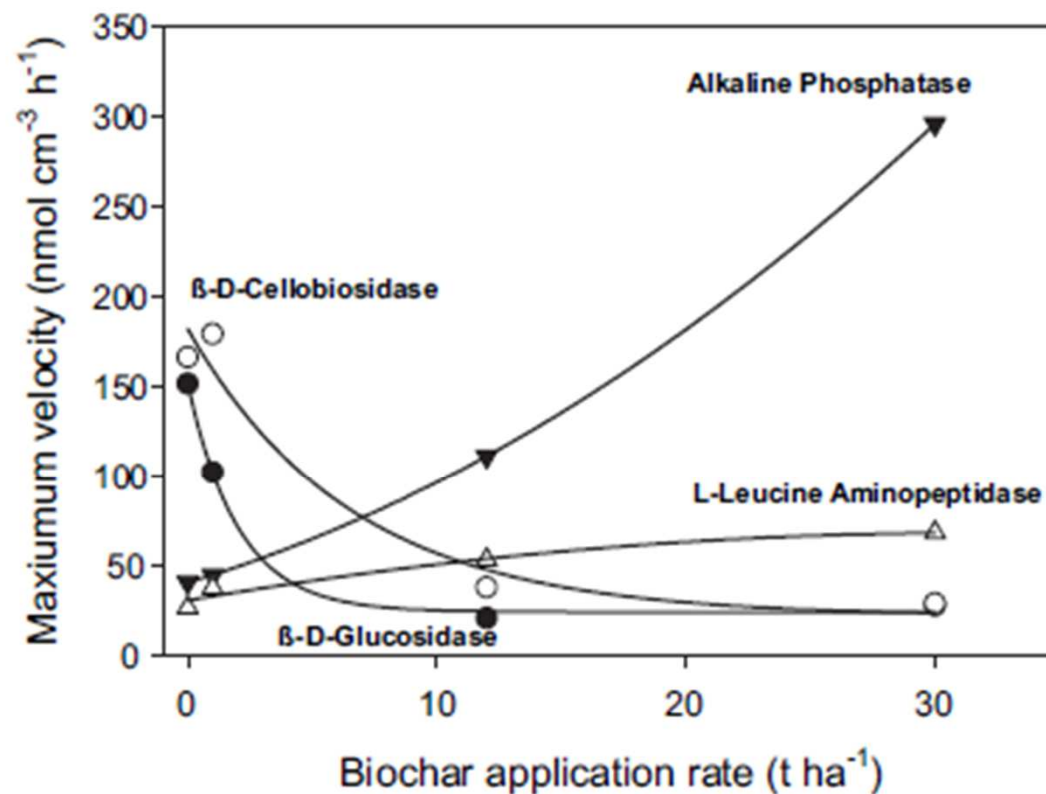


Fig. 8. Activity of different soil enzymes (0–0.15 m) one year after application of corn stalk biochar (slow pyrolysis at 550 °C) at rates of 0, 1, 12, 30 t ha⁻¹ to a loamy Alfisol cropped to corn (drawn after Jin, 2010).

BIOCHAR E MICRORGANISMI

Fonte: J. Lehmann et al., 2011

Summary of possible mechanisms by which microbial abundance is affected by biochar additions to soil; (+) indicates that relative abundance may increase (not necessarily better growth conditions), (–) indicates that relative abundance decreases.

Mechanism	Rhizobia	Other bacteria	Mycorrhizal fungi	Other fungi
Protection from grazers	nc	(+)	(+)	(+)
Improved hydration	+	+	?	? or ±
Greater P, Ca, Mg, K availability	+	+	–	–
Greater micronutrient availability	+	+	–	?
Higher pH	+	+	nc	nc
Lower pH	–	–	nc	nc or –
Sorption of signaling compounds	? or –	?	?	?
Greater N availability (also through sorption of phenolics and increased nitrification)	–	+ or –	nc	nc
Sorption of microorganisms	nc	+	nc	nc
Biofilm formation	+	+	?	?
Sorption of inhibitory compounds	?	+	?	?
Sorption of dissolved OM as an energy source for microorganisms	?	?	nc	?

nc, no change.

?, reaction not known.

Parentheses, weak circumstantial evidence.

BIOCHAR E INFLUENZA RADICALE

Fonte: J. Lehmann et al., 2011

Changes in root mass and shoot-to-root ratios as a result of biochar additions to soil from all available studies (positive values indicating an increase, negative ones a decrease).

Crop	Fertilization	Soil type	Type of biochar (feedstock/pyrolysis temperature/application rate)	Root biomass (% change from control)	Above-ground biomass (% change from control)	Shoot-to-root ratio (% change from control)	References
Pea	PK	Compost and peat	Unidentified wood/NA/5% w/v	-24	-37	-17	Devonald (1982)
Birch	No fertilizer	Organic horizons	<i>Empetrum hermaphroditum</i> /450/3 t ha ⁻¹	-13	+29	+34	Wardle et al. (1998) ^b
Pine	No fertilizer	Organic horizons	<i>Empetrum hermaphroditum</i> /450/3 t ha ⁻¹	+300	+350	+58	Wardle et al. (1998) ^b
Cowpea	NPK + lime or no fertilizer	Oxisol	Unidentified wood/NA/20% w/w	+17 to +28	+68 to +83	+44	Lehmann et al. (2003)
Maize	NPK or no fertilizer	NA ^a	<i>Acacia</i> bark/260-350/10 L m ⁻²	+88 to +92	+28 to +48	-23 to -49	Yamato et al. (2006)
Common bean	NP + lime	Oxisol	<i>Eucalyptus deglupta</i> /350/9% w/w	-9.9 to +9.3	+3.5 to +77.4	+29 to +37	Rondon et al. (2007)
Rice	No fertilizer	Inceptisol and Oxisol	<i>Eucalyptus deglupta</i> /350/2.6% w/w and unidentified wood/NA/4.6% w/w	+1 to +10	+1 to +152	+2 to +200	Noguera et al. (2010)
Wheat	NP fertilizer	Sandy clay loam	<i>Eucalyptus</i> /open pan method/1.6-6 t ha ⁻¹	-5 to +110	-25 to +73	-33 to +58	Solaiman et al. (2010)

^a NA, not available.

^b only Ericaceous site.

BIOCHAR E NORMATIVA FERTILIZZANTI

A seguito di istanza da parte di

Associazione ICHAR

con il DM 22-06-2015 – GU 186 del 12/08/2015

IL BIOCHAR E' STATO NORMATO

D.Lgs. 75/2010 – allegato 2 (ammendanti)

BIOCHAR E NORMATIVA FERTILIZZANTI

D.Lgs. 75/2010 – allegato 2 (ammendanti):

N.	DENOMINAZIONE DEL TIPO	MODO PREPARAZ. E COMPONENTI ESSENZIALI	TITOLO MINIMO IN ELEMENTI E/O SOSTANZE UTILI	ALTRE INDICAZIONI DI DENOMIN. DEL TIPO	ELEMENTI O SOSTANZE UTILI IL CUI TITOLO DEVE ESSERE DICHIARATO	NOTE
13	Biochar da pirolisi o da gassificazione	Processo di carbonizzazione di <u>prodotti e residui di origine vegetale</u> provenienti dall'agricoltura e dalla silvicoltura, oltre che da sanse di oliva, vinacce, cruscami, noccioli e gusci di frutta, cascami non trattati della lavorazione del legno, in quanto sottoprodotti delle attività connesse. Il processo di carbonizzazione è la perdita di idrogeno, ossigeno e azoto da parte della materia organica a seguito di applicazione di calore in assenza, o ridotta presenza, dell'agente ossidante, tipicamente l'ossigeno. A tale decomposizione termochimica è dato il nome di pirolisi o piroscissione. La gassificazione prevede un ulteriore processo ossido-riduttivo a carico del carbone prodotto da pirolisi.	C tot di origine biologica ^(*) % s.s. ≥ 20 e ≤ 30 (Cl^(*)3) > 30 e ≤ 60 (Cl^(*)2) > 60 (Cl^(*)1) Salinità mS/m ≤ 1000 ^(§) pH _(H2O) 4-12 Umidità % ≥ 20 per prodotti polverulenti ^(*) Ceneri % s.s. > 40 e ≤ 60 (Cl^(*)3) ≥ 10 e ≤ 40 (Cl^(*)2) < 10 (Cl^(*)1) H/C (molare) ^(^) $\leq 0,7$		Granulometria (passante mm 0,5-2-5) <u>azoto tot</u> <u>potassio tot</u> <u>fosforo tot</u> <u>calcio tot</u> <u>magnesio tot</u> <u>sodio tot</u> % C da carbonato <u>test fitotossicità e accrescimento</u> <u>(test lombrichi e saggio germinazione/ accrescimento)</u> <u>max ritenzione idrica</u>	^(*) sottratto il C da carbonati ^(*) classe di qualità ^(§) per utilizzo quale ammendante di substrati per ortoflorovivaismo ≤ 100 ^(^) indice di stabilità del carbonio ^(*) dato comunque da dichiarare

BIOCHAR E

A seguito

N.	DENOMINAZIONE DEL TIPO	MODO PRE
13	Biochar da pirolisi o da gassificazione	Processo di prodotti e re provenienti silvicoltura, oliva, vinac gusci di fru della lavor quanto sott connesse. carbonizzaz idrogeno, o della mater applicazione ridotta ossidante, ti tale decomp è dato il piroscissione prevede u ossido-ridut prodotto da

Tabella inquinanti

PARAMETRO	LIMITE MASSIMO mg kg-1
Piombo tot	140
Cadmio tot	1,5
Nichel tot	100
Zinco tot	500
Rame tot	230
Mercurio tot	1,5
Cromo VI	0,5
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	6
Diossina	9 (ng/kg)
Pcb	0,5



PARAMETRO	METODI APPLICABILI	NOTE
C tot di origine biologica	Dlgs 7276 del 31/05/16 Suppl. 13 n. 2	metodo Dumas
C da carbonato	Dlgs 7276 del 31/05/16 Suppl. 13 n. 2	volumetrici metodo volumetrico nel caso di non trattamento preventivo nella determinaziine del C tot di origine biologica
Idrogeno (H)	Dlgs 7276 del 31/05/16 Suppl. 13 n. 2	metodo Dumas
Ceneri	EN 13039:2002	- a 550°C
pH	UNI EN 13037:2002 + 13040:2012	estrazione 1:5 v/v
Conducibilità elettrica	UNI EN 13038:2002 + 13040:2012	estrazione 1:5 v/v
Umidità	UNI EN 13040:2008	A 105°C
azoto tot	UNI EN 13654-2:2001	metodo Dumas
potassio tot	UNI EN 13650:2002	solubile in acqua regia
fosforo tot	UNI EN 13650:2002	solubile in acqua regia
calcio tot	UNI EN 13650:2002	solubile in acqua regia
magnesio tot	UNI EN 13650:2002	solubile in acqua regia
sodio tot	UNI EN 13650:2002	solubile in acqua regia
massima ritenzione idrica	EN 13041:2007 DM 1/08/1997 – metodo 5	- cassetta tensiometrica - piastre di Richards
Granulometria	EN 15428:2008	minimo 3 setacci (0,5-2-5 mm)
test fitotossicità e/o accrescimento	- R.L.-BU 13/5/03-1°SS-DGR 16/4/03 n 7/12764 All. B - UNI 10780 App. K:1998 - UNI EN 16086-1:2012 - UNI EN 16086-2 :2012 - ISO 17512-1:2008	- test crescita lattuga - indice germinazione crescione - indice germinazione +accrescimento - indice germinazione crescione - earthworm test

Per gli inquinanti sarà possibile utilizzare metodi già ampiamente riconosciuti (EN, EPA, CNR-IRSA, DM, UNI EN).

FA Cost Action TD 1107

Biochar as option for sustainable resource management

Azione COST che si poneva, tra diversi obiettivi, la compilazione di una lista di metodi di analisi per caratterizzare il biochar

WG 1 - Biochar production and characterization

Target principali:

1) condividere una lista di metodi di analisi per caratterizzare il biochar (standardizzazione dei metodi – ring test)

2) valutare il rapporto tra parametri di produzione, proprietà dei feedstocks e effetti dopo l'applicazione al suolo di biochar e le sue rispettive caratteristiche fisico-chimiche - indispensabile date le enormi variazioni nei materiali in entrata, le tecnologie disponibili e le condizioni di produzione.

FA Cost Action TD 1107 Ring test 2013

Scopo:

- 1) stimare l'affidabilità dei differenti metodi usati
- 2) agevolare il confronto di risultati ottenuti con metodi diversi
- 3) fornire raccomandazioni per l'uso dei metodi

Svolgimento:

- o 22 laboratori di 12 differenti Stati
- o 3 biochar prodotti da differenti biomasse e processi
- o analisi dei risultati ottenuti con metodi differenti
- o valore di riferimento utilizzato: metodi EBC certificate
- o trattamento dei dati mediante PROLab Plus™ software

FA Cost Action TD 1107 Ring test 2013

sintesi esiti per alcuni specifici parametri:

Carbonio e Idrogeno

Metodo: analisi elementare per combustione.

Risultati positivi. Z-score < 3 (eccetto per 2 lab per C)

Note: porre attenzione all'essiccazione prima dell'analisi

Azoto

Metodo: analisi elementare (1 lab metodo Kj)

Risultati: Z-score < 3 (eccetto per metodo Kj)

Note: meno precisione dei risultati rispetto a C e H

Ceneri:

Metodo: incenerimento (da 450 a 900°C)

Risultati: variazioni al variare della temperatura

Note: temperatura suggerita 550°C (> 550°C rischio degradazione termica della fase minerale)

FA Cost Action TD 1107

Ring test 2013

sintesi esiti per alcuni specifici parametri:

pH

Metodi molto diversi in termini di estraente (H_2O o $CaCl_2$), di rapporti di estrazione, di umidità del campione. Il metodo con sale fornisce risultati inferiori in presenza di poca cenere (fino a 1 punto di pH) rispetto a quello con acqua. Meno influente sembra il rapporto di estrazione.

Conducibilità elettrica

Metodi molto differenti in termini di rapporto di estrazione in acqua e di filtrazione/no filtrazione estratto. Estratti in acqua filtrati hanno fornito dati più robusti.

FA Cost Action TD 1107 Ring test 2013

sintesi esiti per alcuni specifici parametri:

Metalli pesanti

Maggiore variabilità dei dati, soprattutto per biochar con elevata dotazione di ceneri. Digestione microonde con $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ fornisce buoni risultati, ma in presenza di elevata cenere si suggerisce anche l'uso di HF. Non ci sono differenze significative nella tecnica strumentale (IC-MS, ICP-OES, GFAAS) di determinazione. Metalli più "complicati": Cd, Cr, Zn

IPA

La tecnica di estrazione influenza la capacità di determinazione dei singoli composti. La tecnica più affidabile (che estrae di più) sembra essere quella che prevede l'estrazione con toluene rispetto a quella con acetone/cicloesano.

FA Cost Action TD 1107 Ring test 2013

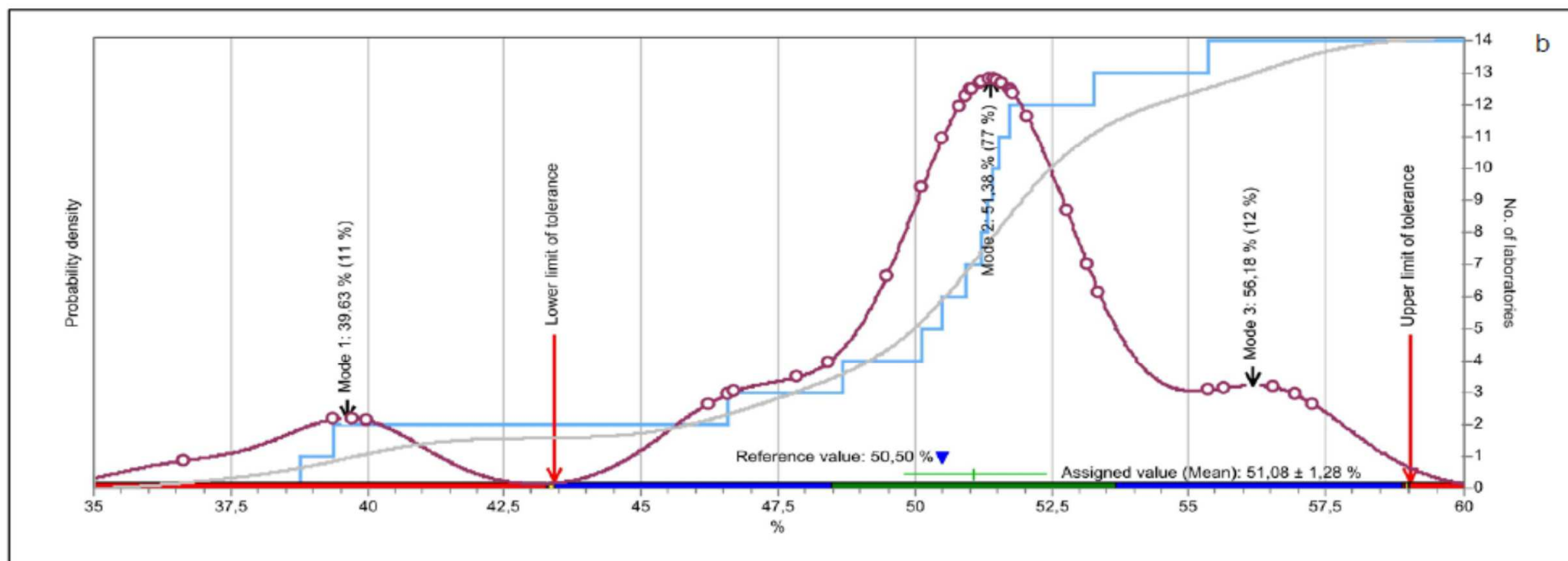
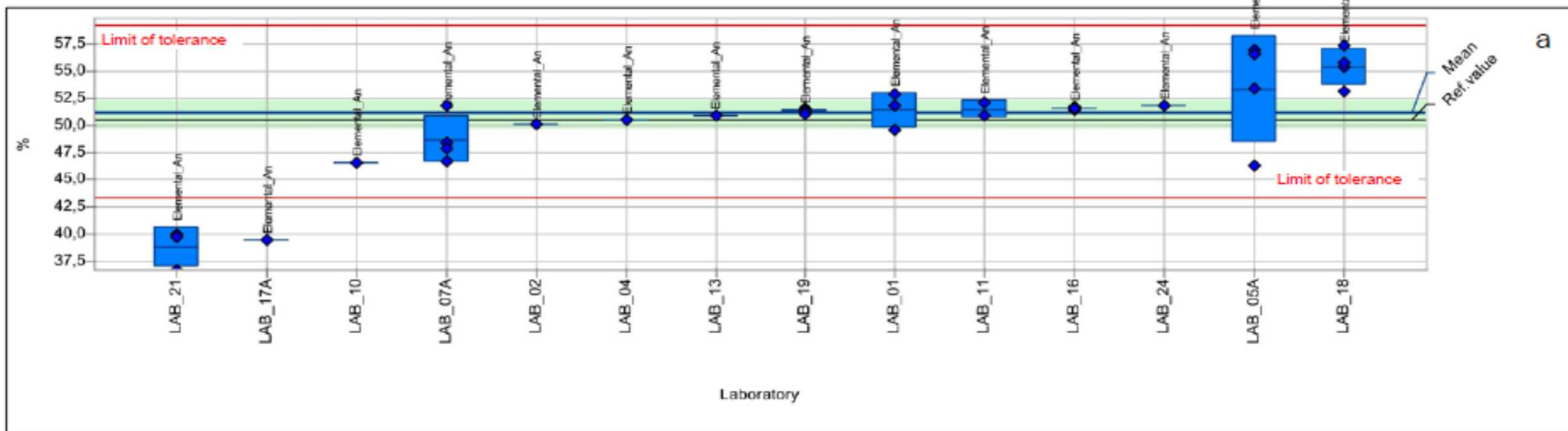
Considerazioni finali:

I metodi diversi utilizzati hanno fornito ovviamente un valore molto basso di riproducibilità fra i diversi laboratori.

Solo i risultati relativi ai parametri C e pH hanno fornito medie robuste e comparabili (SD < 10%).

Discreti i risultati per H, P e ceneri (SD 10-20%).

Necessità' di una standardizzazione/armonizzazione dei metodi di analisi



ICHAR - Associazione Italiana Biochar



Nasce nel 2009 con lo scopo di promuovere soluzioni, tecnologie, studi avanzati, attività dimostrative e progetti educativi legati a produzione ed uso di biochar per:

- *la generazione di energia*
- *il sequestro di anidride carbonica atmosferica*
- *il miglioramento della fertilità dei terreni agricoli.*

www.ichar.org

ICHAR

MVVB – Marchio Volontario



REQUISITI

Prodotto a norma (D. LGS. 75/2010 allegati 2)

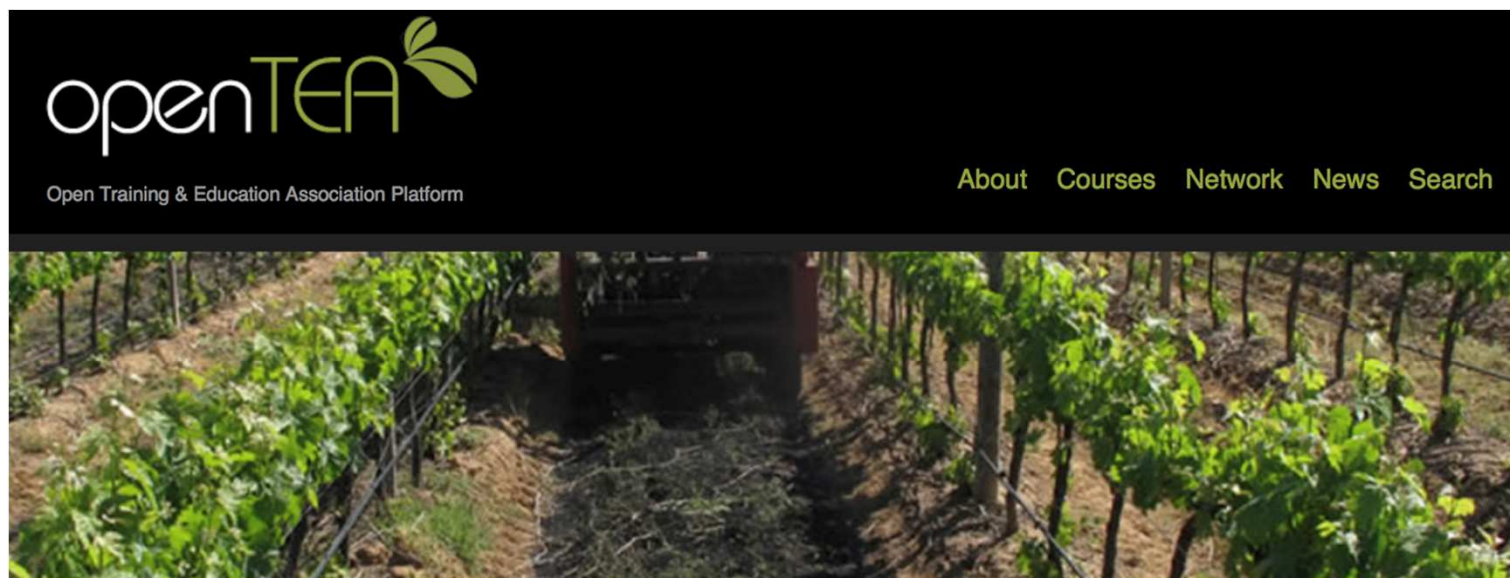
Certificazione di prodotto e di processo (sostenibilità)

2 marchi: MVVB ICHAR - MVVB ICHAR PLUS

Durata uso marchio 2 anni

Riservata ai soci

ICHAR: e-learning



online course on

L'uso di Biochar per un'agricoltura sostenibile

Il corso affronta tematiche introduttive al Biochar, un carbone vegetale che, se applicato in un campo agricolo, permette di aumentare la fertilità del terreno e sequestrare il carbonio nei suoli, contribuendo alla mitigazione dei cambiamenti climatici.



Entra

Istruzioni

Lezioni

BIOCHAR NEL MONDO



IBI - International Biochar Initiative
*Certificazione volontaria del biochar per uso nel suolo (**Usa e Canada**).*



EBC – European Biochar Certificate
Certificazione volontaria di prodotto e di processo.



BQM-UK – Biochar Quality Mandate
Certificazione volontaria di prodotto e di processo.

Principali differenze IBI-EBC-BQM sulle proprietà biochar (agg. 2016)

parametro	IBI	EBC	BQM
C_{org} (% s.s.)	10-30-60	> 50	> 10
H:C_{org}	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7
O:C_{org}	===	≤ 0,4	===
IPA (mg/kg s.s.)	< 6-300	< 4-12*	< 20
PCB (mg/kg s.s.)	< 0,2-1,0	< 0,2	< 0,5^{#§}
diossine/furani (ng/kg)	< 9[#]	< 20[#]	< 20[§]
metalli pesanti (mg/kg s.s.)	referimenti legislativi	referimenti legislativi	referimenti legislativi
umidità (%)	dichiarazione	dichiarazione	≥ 20
ceneri (% s.s.)	dichiarazione	dichiarazione	dichiarazione
pH	dichiarazione	dichiarazione	dichiarazione
salinità (dS/m - mS/m – mg KCl/l)	dichiarazione	dichiarazione	opzionale
N tot (% s.s)	dichiarazione	dichiarazione	dichiarazione
ritenzione idrica (% m/m)	===	dichiarazione	dichiarazione
granulometria (% m/m)	dichiarazione	===	dichiarazione
densità apparente (kg/m³ – g/l)	===	dichiarazione	dichiarazione
saggio di fitotossicità	dichiarazione	===	===

* = limite più basso per la categoria "premium" - [#] espresso come mg/kg I-TEQ - [§] solo se biomassa è a rischio

principali differenze IBI-EBC-BQM vs Italy (agg. 2016)

parametro	IBI	EBC	BQM	Italia
C_{org} (% s.s.)	> 10-30-60	> 50	> 10	> 20-30-60
H:C_{org}	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7
O:C_{org}	===	≤ 0,4	===	===
Umidità (%)	===	===	≥ 20	≥ 20
IPA (mg/kg s.s.)	< 6-300	< 4-12*	< 20	< 6
PCB (mg/kg s.s.)	< 0,2-1,0	< 0,2	< 0,5^{#§}	< 0,5
PCDD/PCDF (ng/kg)	< 9[#]	< 20[#]	< 20[§]	< 9
As (mg/kg s.s.)	≤ 13-100	===	≤ 10-100*	===
Cd (mg/kg s.s.)	≤ 1,4-39	≤ 1-1,5*	≤ 3-39*	≤ 1,5
Cr VI(mg/kg s.s.)	===	===	===	≤ 0,5
Cr tot(mg/kg s.s.)	≤ 93-1200	≤ 80-90*	≤ 15-100*	===
Cu(mg/kg s.s.)	≤ 143-1600	≤ 100	≤ 40-1500*	≤ 230
Hg (mg/kg s.s.)	≤ 1-17	≤ 1	≤ 1-17*	≤ 1,5
Mo (mg/kg s.s.)	5-75	10-75*		===
Ni (mg/kg s.s.)	≤ 47-600	≤ 30-50*	≤ 10-600*	≤ 100
Pb (mg/kg s.s.)	≤ 121-300	≤ 120-150*	≤ 60-500*	≤ 140
Zn (mg/kg s.s.)	≤ 416-7400	≤ 400	≤ 150-2800*	≤ 500

* = limite più basso per la categoria "premium" - # espresso come mg/kg I-TEQ - § solo se biomassa è a rischio

BIOCHAR E ALTRI SETTORI



ORTOFLOROVIVAISMO



TETTI VERDI E VERDE URBANO



BONIFICA TERRENI INQUINATI



ORTICOLTURA INTENSIVA

BIOCHAR E ALTRI USI

Fonte: A. Maienza, CNR-Ibimet/ICHAR, 2017 – M. Iwaya, JCPS, 2014



TRATTAMENTO ACQUE



EDILIZIA



ZOOTECNIA



COSMETICA

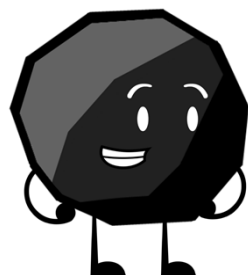


AMBIENTE DOMESTICO



GIOIELLERIA

GRAZIE



venerdì 25 ottobre 2018 – San Michele all'Adige (TN)